

**APLICANDO A COMPUTAÇÃO FÍSICA E
O *ARDUINO* PARA O APOIO AO ENSINO
DE PROGRAMAÇÃO COM BASE NA
ABORDAGEM MOTIVACIONAL ARCS:
Uma proposta de curso a distância com o uso
de simulador**

WINDEMBERG COSTA SILVA



CENTRO DE INFORMÁTICA
UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA

João Pessoa, 2018

WINDEMBERG COSTA SILVA

**APLICANDO A COMPUTAÇÃO FÍSICA E O
ARDUINO PARA O APOIO AO ENSINO DE
PROGRAMAÇÃO COM BASE NA
ABORDAGEM MOTIVACIONAL ARCS:
Uma proposta de curso a distância com o uso de
simulador**

Monografia apresentada ao curso de
Licenciatura em Computação à Distância do
Centro de Informática, da Universidade
Federal da Paraíba, como requisito para a
obtenção do grau de Licenciado em
Computação

Orientador: Dr. Alisson Vasconcelos de
Brito

Junho de 2018

S586a Silva, Windemberg Costa.

Aplicando a Computação Física e o Arduino para o apoio ao ensino de programação com base na abordagem motivacional ARCS: Uma proposta de curso a distância com o uso de simulador / Windemberg Costa Silva. - João Pessoa, 2018.

94 f. : il.

Orientação: Alisson Vasconcelos de Brito.
Monografia (Graduação) - UFPB/CI.

1. Arduino. 2. Computação Física. 3. Modelo ARCS. 4. Motivação. 5. Programação. I. Vasconcelos de Brito, Alisson. II. Título.

UFPB/BC



CENTRO DE INFORMÁTICA
UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA

Trabalho de Conclusão de Curso de Licenciatura em Computação à Distância, intitulado **Aplicando a Computação Física e o Arduino para o apoio ao ensino de programação com base na abordagem motivacional ARCS: Uma proposta de curso a distância com o uso de simulador** de autoria de **Windemberg Costa Silva**, aprovada pela banca examinadora constituída pelos seguintes professores:

Prof. Dr. Alisson Vasconcelos de Brito
UFPB
(Orientador)

Prof. Dr. Ewerton Monteiro Salvador
UFPB

Prof. Dr. Bruno Petrato Bruck
UFPB

Coordenador(a) do Departamento de Informática
Danielle Rousy Dias Da Silva
CI/UFPB

João Pessoa, 14 de junho de 2018

Centro de Informática, Universidade Federal da Paraíba
Rua dos Escoteiros, Mangabeira VII, João Pessoa, Paraíba, Brasil CEP: 58058-600
Fone: +55 (83) 3216 7093 / Fax: +55 (83) 3216 7117

RESUMO

O aprendizado de programação costuma ser uma prática desafiadora a muitas pessoas, sobretudo no começo. Nos cursos de Computação, sobretudo, disciplinas relacionadas a programação apresentam altos índices de reprovação, ocasionando em última instância na desistência ou evasão. Visando mudar tal realidade, estudos voltados a compreensão do problema e a oferecer soluções vem sendo elaborados, se compreendendo a motivação como sendo um fator chave nesse sentido. De tal modo, uma das alternativas sugeridas é o uso da Computação Física, através da plataforma *Arduino*, para o ensino de programação. A primeira remete à prática de desenvolver sistemas digitais capazes de interagir com o meio analógico. Já o *Arduino* se trata de uma plataforma de prototipagem Open-Source (Projeto de hardware livre) que permite a implementação de tais sistemas com mínimo conhecimento de eletrônica, podendo os usuários focar na programação. A Computação Física é comumente aplicada em projetos de robótica e automação, que por si só envolvem o aprendizado de programação. Sendo assim, pode-se utilizá-la em cursos destinados ao ensino de programação, abordando projetos práticos, também capazes de conferir um caráter lúdico que desperta a atração e o engajamento para os estudos. Complementarmente se sugere o uso do modelo ARCS de design motivacional para aumentar a atratividade da instrução. O mesmo preconiza que a motivação é condicionada a quatro fatores elementares: atenção, relevância, confiança e satisfação, que quando satisfeitos contribuem para a aprendizagem. Assim, os mesmos podem ser estimulados do contexto da Computação Física. Após explorar os temas descritos, apresenta-se uma proposta de curso online para o apoio ao ensino de programação, aplicando o uso da plataforma *Arduino* em simulador, se pautando pelo modelo ARCS de design motivacional, como forma de reverberar as ideias apresentadas. Se espera que o trabalho possa contribuir para a compreensão e reflexão do tema, assim como colaborar para alternativas que proporcionem sua resolução.

Palavras-chave: Arduino, Computação Física, modelo ARCS, motivação, programação.

ABSTRACT

Learning to program is often challenging for many people, especially in the early stages. In Computer Science courses, programming-related disciplines have high failure rates, resulting in students dropping out or avoiding such courses. In order to change this reality, studies aimed at understanding the problem and offering solutions are being elaborated, so the motivation is understood as being a key factor in this sense. Thus, one of the suggested alternatives is the use of PHYSICAL COMPUTING, through the Arduino platform, for teaching programming. The first refers to the practice of developing digital systems capable of interacting with the analog world. In turn the Arduino is a prototyping platform (open-source) that allows the implementation of such systems with minimal knowledge of electronics, so that users can focus on the programming aspect. PHYSICAL COMPUTING is commonly applied in robotics and automation projects, which involve programming learning. Therefore, it can be used in courses aimed at teaching programming, approaching practical projects, capable of conferring a ludic character that awakens attraction and engagement for studies. In addition, it is suggested the use of the ARCS model of motivational design to increase attractiveness. This model recommends that the motivation is conditioned by four elementary factors: attention, relevance, confidence and satisfaction, which when satisfied contribute to the learning process. Such aspects can be stimulated in the context of PHYSICAL COMPUTING. After exploring the themes described, this dissertation proposes an online course to support teaching programming, using the Arduino platform in a simulator, based on the ARCS model of motivational design, as a way of reverberating the ideas presented. It is hoped that the work can contribute to the understanding and reflection of the topics, thus collaborating for alternatives that provide its resolution.

Key-words: Arduino, Physical Computing, ARCS model, motivation, programming.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- <i>Arduino</i> UNO.....	24
Figura 2 - <i>Arduino</i> MEGA	24
Figura 3 - <i>Arduino</i> MINI	24
Figura 4 - Virtual Breadboard.....	29
Figura 5 - SimulIDE	30
Figura 6 - Plataforma <i>Tinkercad - Circuits</i>	31
Figura 7 - Diagrama curvilíneo de análise de audiência.....	46
Figura 8 - Componentes eletrônica no <i>Tinkercad</i> para usar com <i>Arduino</i>	65
Figura 9 - Ambiente de programação para o <i>Arduino</i> no <i>Tinkercad</i>	65
Figura 10 - Exemplos para estudo no <i>Tinkercad-Circuits</i>	67

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Processo de Design Motivacional em 10 passos	44
Quadro 2 - Recursos a serem disponibilizados pelo curso	63

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
2	OBJETIVOS	13
2.1	Objetivos Gerais	13
2.2	Objetivos Específicos	13
3	METODOLOGIA	14
4	REVISÃO DA LITERATURA	17
4.1	O problema do ensino e aprendizagem de programação	17
4.2	Considerações sobre a Computação Física e a educação	20
4.3	O Design Instrucional e a questão motivacional	31
4.3.1	Considerações sobre o design instrucional e a educação a distância	32
4.3.2	Motivação e Aprendizagem	34
4.4	O Modelo ARCS de design motivacional	39
4.4.1	Os Componentes do Modelo ARCS	40
4.4.2	O processo de Design Instrucional baseado no modelo ARCS	44
4.5	Aplicando o Modelo ARCS – integração ao modelo de design instrucional ADDIE	48
5	UMA PROPOSTA DE CURSO PARA APOIO A APRENDIZAGEM DE PROGRAMAÇÃO COM A PLATAFORMA <i>ARDUINO</i> SIMULADA – CONCEPÇÃO E PLANEJAMENTO	53
5.1	Análise/Definição	53
5.1.1	Descrição do Curso	53
5.1.2	Objetivos Gerais do Curso	55
5.1.3	Objetivos Específicos	55
5.1.4	Perfil do Público Alvo	55
5.1.5	Abordagem Pedagógica e de EaD	56
5.1.6	Materiais existentes - Restrições e alternativas	57

5.2	Design	58
5.2.1	Objetivos de aprendizagem.....	58
5.2.2	Recursos e estratégias em potencial.....	59
5.2.3	A plataforma <i>Tinkercad</i>	64
5.2.4	Organização das Aulas – Implementação da Matriz de Design Instrucional ...	68
6	CONCLUSÃO	70
7	REFERÊNCIAS	73

1 INTRODUÇÃO

O mundo contemporâneo está tomado pelas tecnologias computacionais. As mesmas se fazem presentes desde em satélites que pairam no espaço, a dispositivos que caminham para dimensões microscópicas no uso medicinal. Manipular computadores e softwares já faz parte da realidade de boa parte da população, ato que vem se dando com uma naturalidade análoga ao ato de andar e falar. Porém, no que se refere ao desenvolvimento de softwares, a realidade demonstra que ainda há muitos desafios a serem superados.

Para muitos, o primeiro contato com a programação de computadores se dá quando resolvem ingressar em um curso técnico ou superior da área, ou mesmo quando disciplinas relacionadas fazem parte da grade curricular de outros cursos. Introdução e lógica de programação são disciplinas comuns em alguns cursos de nível superior, como Engenharia e Matemática, por vezes como opcionais. Tais disciplinas ajudam a desenvolver a capacidade de raciocínio lógico, resolução de problemas, entre outros benefícios. Nos cursos de Computação, especialmente, elas constituem a base conceitual inicial, essencial e obrigatória, sendo o pilar de sustentação das demais. Todavia, essas disciplinas despontam como campeãs de reprovação na área, o que motiva a desistência e evasão dos cursos¹, ou mesmo corrobora para um estigma negativo das disciplinas, vindo a inibir aprendizado ou mesmo a intenção de aprender. Conforme Silva, Silva e Santos (2009):

Nos últimos anos, essas disciplinas têm apresentado altos índices de evasão e reprovação, com ênfase em disciplinas que abordam Programação, Algoritmos e Estruturas de Dados. Essas reprovações geram desmotivação nos alunos, prejudicando o processo de ensino-aprendizagem. A evasão, além do afastamento dos alunos do seu objetivo principal (a formação intelectual e profissional), gera desconfiança na comunidade acadêmica quanto à qualidade de tais cursos superiores, impedindo a entrada de novos alunos e o retardando o crescimento da área de Computação.

Dificuldades em aprender programação, ou mesmo acompanhar as disciplinas correspondentes, representam um transtorno a pretensão do aluno em obter formação na área computacional ou outra relacionada. A situação então vem motivando inúmeras pesquisas afim de identificar as causas do problema e colaborar para a sua solução.

¹ Dados recentes do INEP apontam que nos cursos de Ciências da Computação, a taxa de evasão chega a 32%. (SIMAS, 2012).

Aprender a programar é análogo a aprender um novo idioma, tocar um instrumento musical, etc. É necessário que se conheça seus fundamentos e, então, a prática leva à perfeição. Porém, ainda há inúmeras dificuldades relacionadas à forma de se transmitir tais conhecimentos, assim como despertar o interesse dos alunos para o estudo e aprendizado da disciplina. Ademais, a programação e mesmo a computação como um todo não costuma ser uma disciplina obrigatória nos ensinos fundamental e médio². Assim, diferentemente do que ocorre com disciplinas como português e matemática, os alunos quando se deparam com a programação pela primeira vez o fazem sem qualquer familiaridade com a matéria. De tal forma, enquanto passam pouco mais de 10 anos vendo e revendo aquelas disciplinas tradicionais, têm apenas alguns poucos semestres para se adaptar às novas disciplinas – de programação e relacionadas. Além disso, nem sempre a forma de abordagem nos cursos superiores, técnicos, entre outros, colabora para isso. Coutino, Lima e Santos (2017) destacam entre as causas do problema: professores despreparados e exercícios teóricos ou inadequados, o que se soma à imaturidade dos alunos e à falta de conhecimentos básicos do ensino médio.

Visando mudar tal realidade, inúmeras iniciativas vêm sendo desenvolvidas e aplicadas em praticamente todos os níveis de ensino. O desafio é como tornar o aprendizado de programação mais atrativo, facilitar a transmissão e absorção dos conhecimentos pertinentes e, então, fazer com que as pessoas deixem de ser meras consumidoras de tecnologia e passem a ser criadoras. Investir em processos lúdicos e práticos de ensino é um dos caminhos que se vem tomando para obter êxito nesse objetivo. Assim surgem práticas relacionadas ao desenvolvimento de jogos, robótica etc.

A Computação Física desponta hoje como uma prática de considerável potencial para o estímulo a aprendizagem de computação e programação. A mesma é voltada ao desenvolvimento de sistemas digitais capazes de responder ao mundo analógico. A prática, comumente conhecida no âmbito da robótica, oferece a oportunidade de se abordar a programação de forma lúdica. Também permite desenvolver a criatividade do praticante através de inúmeros projetos físicos interativos que podem ser implementados,

² A LDB 9394/96, em seu Artigo 26, determina uma base curricular comum, em nível nacional, para o ensino fundamental e médio, podendo ser complementada em cada sistema de ensino e estabelecimento escolar, por uma parte diversificada, exigida pelas características regionais e locais da sociedade, da cultura, da economia e dos educandos. Segundo o artigo, são consideradas obrigatórias o estudo da língua portuguesa e da matemática, o conhecimento do mundo físico e natural e da realidade social e política, especialmente do Brasil, o ensino da arte, a educação física, o ensino da História do Brasil, uma língua estrangeira moderna e o ensino sobre História e Cultura Afro-Brasileira e dos povos indígenas. Assim, ensino de informática nas escolas não é obrigatório, mas pode ser implementado como disciplina opcional.

tais como: robôs, sistemas de automação, brinquedos etc. Trata-se de uma abordagem aplicável dentro de contextos interdisciplinares, que vêm despertando o interesse de educadores interessados em motivar seus alunos no aprendizado e instigar sua criatividade.

É notório que a Computação Física, ou mesmo a robótica, tem implícita uma certa complexidade decorrente dos conhecimentos de eletrônica, ou mesmo engenharia, que se fazem necessários para implementação dos projetos. Entretanto, atualmente existem alternativas que simplificam substancialmente o processo de implementação de sistemas físicos interativos, tratados no espectro da Computação Física. Destaca-se o uso da plataforma *Arduino*, que se trata de uma placa de prototipagem (circuitos integrados), de hardware livre, composta de um microcontrolador e circuitos de entrada e saída, facilmente acoplável a um computador. Por ser um projeto de hardware livre é passível de ser produzida por qualquer empresa interessada em diferentes versões. Isso permite encontrar variações da placa para atender a diferentes necessidades, além de proporcionar opções relativamente baratas para iniciantes na tecnologia. O dispositivo, através de microcontrolador embutido, permite implementar projetos de naturezas diversas e que requeiram níveis variados de recursos computacionais. Por ser simples de programar, tal placa também é acessível a estudantes e projetistas amadores.

Uma das principais vantagens do *Arduino* é que ele permite desenvolver projetos de automação de complexidades variadas com o mínimo conhecimento de eletrônica, podendo os usuários focar na programação. Todavia, há de se considerar o fato de que nem sempre o estudante terá o equipamento disponível, em especial quando está começando os estudos. Neste caso, se tem como alternativa utilizar simuladores virtuais. Dentre as opções disponíveis pode-se destacar a plataforma *Tinkercad-Circuits*, desenvolvido pela Autodesk, que simula um laboratório de eletrônica com uma ampla disponibilidade de componentes, inclusive o *Arduino* com seu ambiente de programação (textual e em blocos). A representação dos componentes no *Tinkercad* é bem próxima do real, sendo inclusive utilizado para prototipagem de projetos que virão a ser de fato implementados. Com o simulador os estudantes podem também realizar testes, sem o receio de danificar o equipamento real, o que poderia ser um fator inibidor.

A Computação Física então tem um grande potencial para ser usada no ensino de programação, sobretudo através da plataforma *Arduino*. Entretanto, também é importante considerar a forma de abordagem, ou de outro modo, a metodologia instrucional empregada para o ensino. Uma vez que o propósito enunciado para o uso da

Computação Física, através do *Arduino*, é motivar o processo de aprendizagem, e sobretudo torná-la mais significativa, é importante apontar abordagem instrucional nesse sentido. Destaca-se o uso do modelo de ARCS³ de design motivacional, que combinado a outros modelos de design instrucional permite a elaboração de objetos instrucionais e cursos com apelo motivacional.

No mais, é importante salientar o potencial dos cursos à distância para promoção e apoio ao ensino em diferentes áreas. A modalidade vem crescendo e evoluindo com as tecnologias digitais e comunicacionais⁴, o que facilita o acesso e leva a uma melhora na qualidade – ao menos em termos técnicos. Consequentemente, ela vem gradualmente conquistando mais adeptos, seja em cursos formais, que garantem alguma titulação, ou informais, geralmente disponíveis de forma gratuita. Plataformas de vídeo online como o Youtube, Coursera, Khan Academy, entre outros, por exemplo, trazem milhares de aulas gratuitas sobre programação que servem de apoio a estudantes, curiosos ou mesmo profissionais da área. Assim, o ensino a distância é uma alternativa em potencial para implantação de cursos para ensino e apoio à aprendizagem de programação. O sucesso ou fracasso da instrução é estreitamente condicionada à qualidade do design instrucional e estratégias de ensino adotadas.

Assim, diante da situação de dificuldades e desestímulo para a aprendizagem de programação, identificada comumente no início dos cursos de tecnologia, este trabalho se propõe a analisar: (i) como a Computação Física, apoiada no uso da plataforma *Arduino*, pode contribuir para o processo de ensino e aprendizagem de programação; (ii) a influência da motivação sobre a aprendizagem; e (iii) como o modelo ARCS pode contribuir para a criação de um curso com apelo motivacional, e que estimule o interesse e o engajamento dos alunos para o aprendizado de programação, de forma a propiciar o aprendizado dos conteúdos de maneira satisfatória.

O processo e ensino de programação é normalmente condicionado à abordagem excessivamente teórica, com foco na sintaxe das linguagens. Ensinar programação no contexto da Computação Física confere um caráter prático e lúdico ao processo, ao passo que também envolve a elaboração de projetos com maior apelo ao público. Tais projetos

³ O Modelo ARCS será melhor definido e explorado ao longo do trabalho. Mas, de antemão se refere ao modelo de design motivacional, empregado para o desenvolvimento de design instrucional, alicerçado em quatro variáveis motivacionais: atenção, relevância, confiança e satisfação.

⁴ Dados do INEP apontam um crescimento de 7,2% da matrículas de cursos a distância em 2016, e de 51% entre 2011 e 2016. (NÓR, 2018).

podem se dar no espectro da robótica, automação etc. O uso da plataforma *Arduino*, na medida em que facilita a implementação de sistemas físicos interativos, dispensando conhecimentos aprofundados de eletrônica, torna aplicação da Computação Física factível ao público geral⁵. Deste modo, os alunos aprendem fazendo, e ao longo do processo vislumbram os resultados da aprendizagem na forma de produtos funcionais, assim se convencendo da sua utilidade, algo que nos processos tradicionais nem sempre fica claro.

As abordagens motivacionais de design instrucional e ensino, por sua vez, visam promover um processo instrucional focado nas necessidades dos alunos, como forma de tornar a aprendizagem significativa, especialmente estimulando sua motivação intrínseca. Ainda que o propósito seja a transmissão de conteúdo, há uma preocupação na forma como os mesmos serão assimilados, e em garantir que a experiência seja satisfatória. Pode-se promover o ensino de programação baseado no uso da plataforma *Arduino*, utilizando-se simuladores virtuais, o que contribui para a adesão e ao mesmo tempo aumenta a confiança por permitir experimentações em um ambiente seguro.

Se espera que a pesquisa possa contribuir para a compreensão do problema, assim como para a concepção de soluções. Ao término da revisão da literatura, este trabalho se propõe a apresentar uma proposta e planejamento de curso online voltado ao ensino de princípios de programação, através da plataforma *Arduino* simulada (na plataforma *Tinkercad*). Para o mesmo deve ser adotado a metodologia de design instrucional ARCS, previamente abordada, reforçando a sua importância e utilidade, e assim permitir uma reflexão acerca do tema.

⁵ Não especialistas em eletrônica, engenharia, robótica...

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivos Gerais

Desenvolver um estudo acerca do design instrucional, sob a perspectiva motivacional, e a aplicabilidade da Computação Física para apoio ao ensino de programação, de modo a propor e planejar um curso online voltado ao ensino de princípios de programação através da plataforma *Arduino* simulada.

2.2 Objetivos Específicos

- Abordar os desafios do ensino e aprendizagem de programação no Brasil;
- Desenvolver um estudo sobre a Computação Física e sua aplicabilidade para apoio ao ensino de programação, com o uso da plataforma *Arduino*;
- Explorar as vantagens do uso de simuladores para o ensino e aprendizagem de programação, no âmbito da Computação Física;
- Explorar os modelos de design instrucional ADDIE e ARCS para a elaboração do Objeto Instrucional pretendido;
- Desenvolver uma proposta de objeto instrucional para o ensino de princípios de programação com o uso da plataforma *Arduino*, através do uso de simulador;
- Desenvolver a matriz de design instrucional que reverbere o objeto instrucional proposto.

3 METODOLOGIA

O presente trabalho busca analisar, mediante pesquisa bibliográfica, a aplicabilidade da Computação Física, através da plataforma *Arduino*, nos processos de ensino e aprendizagem de programação sob uma perspectiva motivacional. Assim, faz parte da pesquisa explorar: Problemas relacionados ao ensino e aprendizagem de programação e suas consequências para a área de tecnologia da informação, em especial no que se refere à formação acadêmica dos discentes da área; Os conceitos e aplicações da Computação Física para a aprendizagem de programação, tal como sua inserção nos processos educacionais; O papel da plataforma *Arduino* nesse contexto, características do produto e possibilidades de uso, abordando especialmente o uso de simuladores; O papel da motivação sobre o processo de aprendizagem e sua influência no design instrucional; O modelo ARCS de design motivacional para instrução, busca expor sua relação com outras teorias motivacionais, seus componentes e processo de design, para concepção de cursos e objetos instrucionais com apelo motivacional. Também se explorou a relação do modelo ARCS com o modelo ADDIE de design instrucional, tradicionalmente aplicado para a implementação de objetos instrucionais e cursos.

O trabalho então se constitui em uma pesquisa exploratória, de caráter qualitativo e bibliográfico, acerca dos temas descritos. O levantamento bibliográfico é feito em cima de livros, artigos acadêmicos, pesquisas publicadas em portais de notícias e sites de reputação ilibada, que por ventura tratem dos assuntos correspondentes. No que se refere a análise de possibilidades para uso da plataforma *Arduino* simulada, se explorou alternativas de simuladores virtuais de eletrônica que incluem a plataforma, se verificando grau de realismo, usabilidade⁶ e materiais de apoio⁷.

Ao final da abordagem bibliográfica, se propõe apresentar uma proposta de curso online com planejamento instrucional, tendo como base o modelo ARCS, que reverbera as ideias apresentadas. Assim, o curso deve ser voltado a apoiar o aprendizado de programação, empregando-se a plataforma *Arduino*, mediante o ensino de práticas e conceitos elementares, aplicados em projetos de Computação Física.

O desenvolvimento do trabalho segue as seguintes etapas:

- Pesquisa bibliográfica abrangendo:

⁶ Facilidade de uso.

⁷ Exemplos, projetos de referência, suporte...

- Problemas relativos ao ensino e aprendizagem de programação;
- Definição e aplicabilidade da Computação Física no ensino de programação;
 - Relações da Computação Física com a prática *Maker*;
 - A plataforma *Arduino*: características e seu papel na Computação Física e ensino de programação;
 - Simuladores de eletrônica / *Arduíno* como alternativa aos dispositivos físicos;
- O papel da motivação sobre a aprendizagem;
- O design instrucional sobre uma perspectiva motivacional;
 - Os modelos de design motivacional ARCS;
- Integração do modelo ARCS ao modelo ADDIE de design instrucional;
- Propor um curso online voltado ao ensino de princípios de programação através da Computação Física aplicando a plataforma *Arduino* em simulador virtual, utilizando a metodologia ARCS de design motivacional.
- Por fim, desenvolver as fases de análise e planejamento de design instrucional para o curso proposto, mediante:
 - Análise
 - Descrição do curso:
 - Definir características gerais, motivações e propor objetivos;
 - Definir público alvo a partir de levantamento acerca do perfil;
 - Definir abordagem pedagógica e de EaD para o ensino;
 - Verificar materiais existentes;
 - Planejamento
 - Especificar objetivos do curso
 - Definir estratégias (de caráter motivacional) em potencial e recursos a serem utilizados;
 - Especificar a plataforma escolhida para a abordagem prática – *Tinkercad*;

- Desenvolver o planejamento das aulas segundo um programa definido e implementação da Matriz de Design Instrucional, em conformidade com as estratégias preconizadas pelo modelo ARCS

4 REVISÃO DA LITERATURA

4.1 O problema do ensino e aprendizagem de programação

O mercado de TI (Tecnologia da Informação) apresenta a peculiaridade de se manter sob relativa estabilidade mesmo em tempos de crise. Segundo dados da IDC Releases (2018), agência de inteligência e consultoria em TI e telecomunicações, o mercado de TI tem previsão de crescimento de 5,8% no ano de 2018, a despeito da crise econômica que se abate sobre o país. Diante de tal realidade, cresce também a demanda por profissionais da área, o que por sua vez impulsiona a procura por cursos de TI. Entre 2009 e 2014, por exemplo, houve um aumento de 51% no número de matrículas em cursos desta modalidade, que vem se diversificando e contam com um público cada vez mais jovem (FLORENZANO, 2014). Porém, a despeito da situação, a evasão nestes cursos desponta como uma das mais altas no país.

Dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Anísio Teixeira (Inep), apontam que na área tecnológica, Processamento da Informação e Ciências da Computação são os cursos com maior taxa de evasão, 36% e 32% respectivamente. (SIMAS, 2012). Por tais motivos, diversos autores têm se empenhado em entender mais a fundo as causas do problema, de modo a propor soluções, ou ajudar nelas. A dificuldade para formar profissionais de TI, em certa medida, reside na própria complexidade dos cursos de exatas, os alunos têm dificuldades em se adaptar as suas cobranças e acompanhá-los. Segundo pesquisadores da área e do próprio Ministério da Educação Brasileira (MEC), cadeiras de cálculo e programação são apontadas como as principais responsáveis pela desistência nos primeiros anos de curso. (GIRAFFA & MORA, 2013). Um dos motivos apontados para tal dificuldade é a formação de nível básico deficitária, os alunos têm chegado ao ensino superior sem uma base adequada, sobretudo de português e matemática. Deste modo, não conseguem desenvolver as competências necessárias durante o curso, destacando a capacidade de abstração de problemas, fundamental para as disciplinas apontadas. Como consequência, uma vez que não conseguem acompanhar o curso, os alunos acabam desestimulados, ao ponto de decidir evadir do curso ou mudar de área. (PIVA JR & FREITAS, 2010).

O problema ainda vai mais além, autores como Gomes et al. (2008, p.163-166), apontam como causas de dificuldade de aprendizagem em programação, fatores relacionados a: metodologia de ensino, aos métodos de estudo, das próprias habilidades

e atitudes dos alunos, da natureza da programação e aspectos psicológicos. No que se refere aos métodos de ensino tem-se: a falta de um ensino personalizado (com feedbacks apropriados), que atendam a todos os estilos de aprendizagem e foquem apenas em aspectos teóricos, como sintaxe das linguagens, mas também em aspectos práticos de resolução de problemas. Quanto aos métodos de estudo, os alunos não seguem métodos apropriados, o que exige muito estudo prático e intensivo, além de não se dedicarem o suficiente para aquisição das competências de programação através do treino e reflexão.

Quanto às habilidades e atitudes, como já apontado, os alunos têm dificuldades de resolver problemas em função de sua formação deficitária, assim não os conseguem compreendê-los, além de não fazer uso de analogias apropriadas. Além disso, os alunos não têm o hábito de refletir sobre a resolução de problemas e evitam fazer testes e simulações. Em relação à natureza da programação, a falta de perícia dificulta a identificação de erros sintáticos e lógicos; os alunos ainda têm dificuldades em entender e aplicar conhecimentos abstratos inerentes à prática de programação. Finalmente, quanto aos aspectos psicológicos, a falta de motivação para com os estudos em muito se dá pelo próprio estigma negativo da disciplina, vista como difícil e com altos índices de reprovação. Ainda pesa o fato da disciplina ser comumente cobrada no início dos cursos, portanto um período de transição e adaptação as cobranças e novas responsabilidades, tendo então impacto sobre a aprendizagem (GOMES et al., 2008, p. 164-166).

O aspecto psicológico em muito tem a ver com os outros fatores mencionados, conforme Gomes et al. (2008, p. 163) “A finalidade de uma disciplina de programação deve ser a de promover nos estudantes a capacidade de resolução de problemas, servindo a linguagem específica de programação apenas para expressar o algoritmo ou estratégia de resolução”. Então, a medida em que os alunos falham em conquistar esse objetivo, pelos diversos motivos citados, é de se esperar que fiquem desestimulados. A disciplina acaba ganhando o estigma de ser difícil, o que por si só desestimula o aluno por antecipação. Sendo assim, “é difícil imaginar alunos que aspirem a esta imagem, motivados para um curso difícil e com uma imagem negativa daqueles que dominam o assunto” (GOMES et al, 2008, p. 166).

A necessidade de praticar e refletir sobre os problemas, inerente à disciplina de programação é fundamental. Porém, não é incomum os cursos focarem no ensino da sintaxe da linguagem de programação, em detrimento à resolução de problemas de fato utilizando a linguagem. Por outro lado, a própria dificuldade dos alunos em interpretar e

raciocinar problemas de modo a propor soluções, também é um agravante da situação de dificuldade no aprendizado de programação.

A programação é uma prática que exige certo empenho para dominá-la, sobretudo por se inserir numa área em que se deve lidar com um elevado grau de abstração, ao qual normalmente os estudantes não estão acostumados. A programação igualmente lida com conceitos dinâmicos que, portanto, exigem métodos de ensino igualmente dinâmicos para compreensão dos conceitos envolvidos. O uso de meios estáticos, como explicações verbais, diagramas no quadro, textos entre outros, não colaboram para isso (GOMES et al, 2008, p. 163). Propor estratégias para o ensino de programação que sejam estimulantes e focadas na prática, então, se mostra essencial, sobretudo para despertar a motivação intrínseca dos alunos, ao passo que remove o estigma de matéria difícil, ao ponto de ser vista como algo divertido e instigante. Nesse sentido, Gomes, Henrique e Mendes (2018, p.100-101) propõe algumas alternativas:

- Contribua para o aumento da motivação do aluno, através de um ambiente lúdico e estimulante, com companheiros/tutores sempre bem dispostos e muito pacientes.
- Inclua animações e modelos dinâmicos que melhor representem os vários conceitos de programação.
- Apresente e proponha actividades de acordo com o estilo de aprendizagem preferencial de cada aluno e de acordo com o seu ritmo e estado cognitivo.
- Ofereça uma abordagem gradual de apresentação da programação treinando, em primeiro lugar competências básicas de resolução de problemas, de planeamento de soluções e mostrando a utilidade da programação, deixando para mais tarde os detalhes sintácticos das linguagens de programação
- Minimize, pelo menos inicialmente, os complexos detalhes sintácticos de uma linguagem de programação.
- Utilize metáforas e exemplos concretos conhecidos do aluno para ajudar a diminuir a carga abstracta inerentemente associada à programação.
- Exiba um ambiente estruturado que assegure metodologias de estudo correctas que levem à reflexão e questionamento permanente.
- Permita um treino intensivo de resolução de problemas, “obrigando” o aluno a seguir todas as etapas para uma correcta resolução de problemas, que se resumem à compreensão do problema, caracterização do problema, representação do problema, solução do problema e reflexão sobre a solução obtida.
- Permita um treino intensivo de conhecimentos matemáticos e lógicos úteis à programação.
- Possibilite que os alunos ganhem uma certa experiência em programação, dando-lhe sugestões para atingir determinadas soluções, propondo actividades diversificadas (programas completos

para os alunos analisarem, programas que contenham erros lógicos habitualmente cometidos pelos alunos, programas incompletos para completar, entre outras actividades), apresentando modelos de forma a que os alunos adquiram as melhores práticas de programação.

O ensino de programação através da Computação Física, conforme será mostrado, tem um grande potencial para instigar o interesse dos praticantes, uma vez que prevê uma abordagem prática e estimulante, por meio da construção de sistemas físicos e interativos. De igual modo, a abordagem pedagógica também tem um peso essencial para estimular a aprendizagem, assim como a própria motivação dos alunos. Abordagens focadas nas necessidades dos alunos ganham força nesse sentido. Cada vez mais se torna imperativo motivá-los e assim promover seu engajamento. Sem isso, dificilmente terão o empenho necessário para a aprendizagem de programação, que não precisa ser uma prática penosa, apenas conduzida de uma maneira mais satisfatória. Em termos gerais, essa é uma das propostas do modelo motivacional ARCS, que ainda que não seja focado no ensino de computação, pode trazer consideráveis benefícios a este.

4.2 Considerações sobre a Computação Física e a educação

Conforme explicitado anteriormente, este trabalho se propõe a implementar um projeto de design instrucional, pautado pela metodologia ARCS de design motivacional, para o ensino de princípios de programação aplicando a Computação Física. Convém então fazer uma breve abordagem acerca do que se trata a Computação Física e seu papel pedagógico, sobretudo no que se refere ao aprendizado de programação.

Computação Física é a tradução literal do termo *physical computing*, em inglês. O termo se refere ao desenvolvimento de sistemas físicos interativos, que combinam hardware e software, capazes de interagir com o meio analógico. O princípio básico por traz dela é a **transdução**, que trata da capacidade de transformar uma forma de energia em outra, o que permite associar dados analógicos e digitais. Ou seja, energias físicas do meio analógico são convertidas em energia elétrica passível de ser sentida pelos computadores. Por outro lado, a energia elétrica liberada pelos computadores em resposta a um processamento é convertida em alguma forma de energia física, como movimento, luz, calor, etc., através de atuadores (SULLIVAN & IGOE, 2004, p.3).

Deve-se ressaltar que a Computação Física não se trata especificamente de disciplina das áreas de computação ou engenharia, mas sim um campo de pesquisa multidisciplinar, que engloba conhecimentos destas áreas, entre outras. Seus princípios são aplicáveis em projetos de diferentes complexidades, como de automação industrial, sistemas para controle de trânsito, robótica, e mais uma infinidade de aplicações. Mas é no meio amador que a prática se sobressai, endossando o chamado Movimento *Maker*, que vem sendo gradualmente incorporado aos sistemas de ensino.

De acordo com Martin (2015, p.30, tradução nossa) “O movimento *Maker* representa um movimento crescente de amadores, funileiros, engenheiros, hackers e artistas comprometidos com o design criativo e a construção de objetos de materiais para fins lúdicos e úteis”. A filosofia do movimento é “faça você mesmo”, de tal forma que os praticantes, em geral amadores, encarem o desafio de construir, modificar ou reparar diferentes tipos de objetos e equipamentos, sem ajuda profissional. A prática, então, combina técnicas e processos tradicionais de trabalho com o uso de tecnologias digitais, como coloca Martin (2015, p.31, tradução nossa):

Making muitas vezes envolve artesanato tradicional e técnicas de hobby (por exemplo, costura, marcenaria, etc.), e frequentemente envolve o uso de tecnologias digitais, ou de manufatura (por exemplo, cortadores a laser, máquinas CNC, impressoras 3D) ou dentro do design (por exemplo, microcontroladores, LEDs).

As tecnologias digitais cada vez mais acessíveis em termos de custos e facilidade de uso, contribuem para todo esse cenário de acessão do movimento *Maker*, e da própria Computação Física. Destaca-se o advento e disseminação dos microcontroladores, os quais permitem aos ditos *Makers* (isto é, criadores) propor e implementar ideias mais sofisticadas, com certo caráter computacional. Segundo Monk (2017, p.6):

[...], um microcontrolador é um pequeno computador dentro de um chip. Ele tem tudo que havia nos primeiros computadores domésticos e ainda outras coisas. Ele contém um processador, um ou dois quilobytes de memória RAM* para guardar dados, uns poucos quilobytes de memória EPROM** (memória flash) para armazenar os programas, e ainda pinos de entrada e saída. Esses pinos de entrada/saída (E/S) ligam o microcontrolador aos demais componentes eletrônicos.

Assim, os microcontroladores funcionam combinados a outros componentes como os sensores e atuadores, para cumprir funções específicas. Eles são a ponte entre o analógico e o digital, capazes de processar informações captadas do meio externo, através

de sensores, executar instruções pré-programadas e retornar respostas ao meio externo através de atuadores. Em meio aos processos ocorre a transdução, dado que as energias captadas do meio externo precisam ser convertidas em uma forma que o microcontrolador consiga interpretar. E de igual modo a resposta em formato digital (binário) é convertida em eletricidade para acionar os atuadores.

Normalmente os microcontroladores são concebidos para aplicações embarcadas, portanto voltados a executar apenas uma determinada função, em geral repetidamente. Como por exemplo, acender/apagar uma lâmpada, acionar um motor, ligar/desligar um componente em resposta a uma informação externa (temperatura, humidade do ar, etc.), entre outras aplicações. De acordo com Platt (2016, p.339):

Um microcontrolador é versátil e potente, mas ele é mais adequado em algumas situações que em outras. Ele é ideal para operações lógicas do tipo ‘Se isto acontecer faça aquilo, mas se aquilo outro acontecer, faça outra coisa’, e acrescenta custos e complexidade a um projeto e implica em um processo de aprendizagem intenso: você precisa dominar a linguagem de programação que diz ao microcontrolador o que fazer.

Ou seja, os microcontroladores são versáteis quanto as possibilidades, porém, para cada aplicação devem se restringir a tarefas específicas. São basicamente como microcomputadores voltados a uma única tarefa. Por tais motivos estão presentes em automóveis, dispositivos eletroeletrônicos (micro-ondas, aparelhos de DVD/BLU-RAY, controle remoto, TVs, Geladeiras...), máquinas diversas, entre outros. Quanto mais funcionalidades tiver o dispositivo, mais microcontroladores ele demandará, o que justifica o aumento nos custos e complexidade citado por Platt. Mas ainda assim, seu uso para certas aplicações é mais vantajoso que utilizar um microprocessador de aplicações gerais. Isso porque, se comparado aos microprocessadores, os microcontroladores são mais simples, menores e baratos. Eles dispensam diversos outros componentes (como memórias[RAM, HDs...], placa-mãe etc.), já possuindo quase tudo que é necessário embutido. Assim, os microcontroladores são indicados quando os dispositivos demandam funções computacionais bem limitadas e específicas. Sendo mais vantajoso um para cada função, que um microprocessador (com todo o aparato necessário) para atender a todas.

Apesar de toda simplicidade, o uso de microcontroladores ainda demandam certo conhecimento de eletrônica, afinal, eles ainda precisam de uma eletrônica de apoio para alimentação (com fonte de energia bem regulada) e para comunicação com outros dispositivos (como o computador utilizado para a programação). A programação, por sua

vez, demanda conhecimentos de lógica e da linguagem de programação específica. O programador precisa saber como codificar a instrução de um modo que resolva o problema demandado, e ao mesmo tempo seja interpretável pelo microcontrolador.

Existem diversas opções de microcontroladores no mercado, algumas desenvolvidas para uso bem específico, outras de caráter mais genérico que se adequam a praticamente qualquer projeto, dentro de suas limitações. Uma alternativa que vem sendo bastante utilizada ultimamente no meio *Maker* é a plataforma *Arduino*, que se trata basicamente de uma placa de circuitos (ou placa de desenvolvimento) com um microcontrolador integrado. A respectiva placa segue um projeto de *hardware opensource*⁸, podendo ser implementado por qualquer empresa, cada qual com seu respectivo microcontrolador. Deste modo, há diversas opções disponíveis no mercado, com mais ou menos recursos, a depender da necessidade do usuário (ou projeto). Atualmente, a versão mais utilizada é o ‘*Arduino UNO*’, fabricada pela *Atmel Corporation*, com microcontrolador ATmega 348P-PU. Apesar de simples, é considerada uma opção robusta e ideal para iniciantes na tecnologia. Mas ainda existem opções mais simples e compactas como o *Arduino MINI*, com microcontrolador ATmega168, ou opções para aplicações mais complexas, e que exigem mais recursos, como o *Arduino MEGA* com microcontrolador ATmega2516. Ambas são produzidas pela Atmel Corporation, mas também há opções de outras empresas.

As placas *Arduino* têm em comum o fato de serem programadas através do mesmo software, o *Arduino IDE* (*Arduino Integrated Development Environment*). A diferença entre elas pode se encontrar no número de pinos de entrada e saída (para conexão com outros componentes), memória, capacidade de processamento, tensão de operação, etc. Se comparados, por exemplo, a placa *Arduino UNO* com o *Arduino MEGA*⁹, ambas trabalham com a mesma faixa de tensão entre 7 e 12 Volts e possuem o mesmo processamento de 16MHZ. Mas, o *Arduino UNO* possui 14 pinos digitais (das quais 6 podem ser usadas como PWM¹⁰), 6 pinos analógicos e memória Flash de 32KB; enquanto o *Arduino MEGA* possui 54 pino digitais (sendo 15 PWN), 16 pinos de entrada analógica e memória Flash de 256 KB. No mais, os dispositivos podem ser implementados em

⁸ Open Source Hardware (OSHW) designa artefatos tangíveis, como máquinas, dispositivos ou outros objetos físicos, cujo projeto foi disponibilizado ao público, assim permitindo a qualquer um construir, modificar, distribuir e utilizar o artefato. < <https://www.oshwa.org/definition/portuguese/> >

⁹ Conforme informações fornecidas pelos fabricantes, disponíveis no site oficial do *Arduino*: <https://store.arduino.cc/>

¹⁰ Técnica que emula valores analógicos.

placas maiores para facilitar a manipulação, ou mais compactas, para se encaixar em projetos que demandem tal característica, como é o caso do *Arduino MINI*. As três versões do *Arduino* podem ser visualizadas nas figuras 1, 2 e 3. Por ser a versão mais popular e utilizada para o ensino, o presente trabalho focará no *Arduino UNO*, porém a maioria das considerações são aplicáveis as demais versões.

Figura 1- *Arduino UNO*



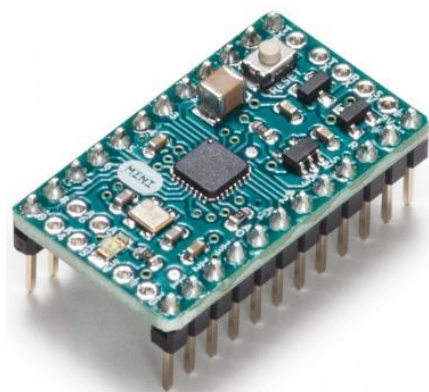
Fonte: <https://store.arduino.cc/usa/arduino-uno-rev3>

Figura 2 - *Arduino MEGA*



Fonte: <https://store.arduino.cc/arduino-mega-2560-rev3>

Figura 3 - *Arduino MINI*



Fonte: <https://store.arduino.cc/usa/arduino-mini-05>

A plataforma *Arduino* foi projetada para ser simples de usar, sendo voltada principalmente ao público amador, ou mais especificamente para a comunidade *Maker*. Sendo composta de uma placa de circuito com um microcontrolador, a placa dispõe ainda de: “um regulador de tensão, alguns soquetes que permitem conectar fios ou LEDs, um oscilador de cristal, um conector para fonte de alimentação e adaptador USB que permite que seu computador se comunique com a placa”. (PLATT, 2016, p.339). Ou seja, a placa por si só já entrega toda eletrônica de apoio para o funcionamento do microcontrolador, inclusive facilita a conexão com outros componentes. Com isso, os usuários conseguem de fato implementar seus projetos com um mínimo conhecimento de eletrônica, que em certo ponto seria um fator inibidor a muitos.

Com o *Arduino* o foco recai sobre a programação, cuja linguagem adotada é uma variante da linguagem C/C++. A plataforma oferece uma IDE amigável para programação, e ainda existem alternativas que permitem programar em outras linguagens, com destaque para o uso de linguagens visuais, de mais fácil entendimento sobretudo pelo público infantil. Existem milhares de programas (com esquemas de eletrônica) prontos para o uso e estudo disponibilizados gratuitamente na internet, que exigem, no entanto, conhecimentos ao menos básico de programação para alterações. Mas ainda assim, a plataforma *Arduino* tem a seu favor uma vasta comunidade de usuários, entre profissionais e amadores, que publicam livros, cursos, ou mesmo trocam informações na internet através de portais específicos e fóruns.

Diante de todas essas vantagens e facilidades a plataforma *Arduino* vem sendo bastante recomendada e utilizada no âmbito educacional, não apenas no ensino superior, mas também nos níveis técnico e básico. Destaca-se seu uso para estímulo da

aprendizagem de programação e robótica. Tratam-se de áreas tidas como complexas, mas que podem ser abordadas de forma simples e ao mesmo tempo lúdica, com o uso da plataforma, tendo um maior apelo sobretudo ao público mais jovem.

Deste modo, aos poucos, laboratórios focados na prática *Maker* (chamados de *FabLabs* ou *Makerspace*)¹¹ vêm sendo implantados em escolas e universidades mundo afora. De acordo com Martin (2015, p.36), o interesse pela prática na educação ainda é recente, de forma que ainda são poucas as evidências empíricas sobre suas consequências. Entretanto, existe uma extensa literatura no âmbito das ciências da aprendizagem e engenharia educacional, que atestam os benefícios de se aprender fazendo (*Making*). Assim, ambientes focados na prática *Maker* são vistos como fortes aliados para o desenvolvimento e manutenção do interesse e engajamento para a aprendizagem de programação e robótica, provavelmente pelo caráter lúdico implícito.

Uma série de razões para a aplicação da prática *Maker* são apontadas por Martin (2015, p. 36-37), apoiadas em uma extensa revisão da literatura pedagógica relevante ao tema. Em síntese, a prática *Maker* alinha demandas das escolas com práticas de engenharia; confere aos jovens ferramentas sofisticadas de construção e pensamento, estimulando novas formas de raciocínio, com destaque para o estímulo ao pensamento computacional¹²; estimula os praticantes a criarem coisas novas e as compartilharem, sendo o feedback recursivo um poderoso estímulo a aprendizagem¹³; sendo altamente tolerante a erros, a prática se torna divertida e estimula a experimentação, o que por sua vez conduz ao desenvolvimento de conhecimentos conceituais e a capacidade de adaptação aos desafios; a prática estimula a mentalidade de crescimento baseada no esforço, fazendo acreditar que qualquer pessoa seja capaz de aprender as habilidades para desenvolver o projeto almejado, assim estimulando a persistência, a busca de desafios e a aprendizagem; confere uma maior autonomia dos mais jovens e o controle de seus empreendimentos, tornando-os mais motivados, engajados e persistentes, envolvendo identidade de crescimento e desenvoltura; e estimula o desenvolvimento de comunidades de aprendizagem, presenciais e online, que envolvem pessoas de todas as idades e faixas de conhecimento.

¹¹ FabLabs são focados especificamente em criações digitais, enquanto que os Makerspace podem, ou não, ser voltados ao universo eletrônico. (BERNARDO, 2016)

¹² Prática de pensar de forma análoga a de um cientista da computação ou profissional da área.

¹³ Ou seja, as pessoas aprendem com as ações de suas criações.

Assim, a Computação Física, com uso da plataforma *Arduino* endossado pela prática *Maker*, tem um grande valor pedagógico, como também motivacional, o que justifica sua aplicação em diversos campos de conhecimento. Então não é por acaso que ela hoje se insere na engenharia, design, computação, artes entre outras áreas. No ensino e aprendizagem de programação isso fica bem evidente, sobretudo pelo foco e simplicidade colocado na prática, com o uso do *Arduino*. Com a tecnologia é possível implementar projetos, em diferentes níveis de complexidade, que ainda assim podem exigir apenas conhecimentos básicos de programação, como estruturas de controle e repetição. Deste modo, a plataforma pode colaborar para o ensino e aprendizagem de lógica de programação e algoritmos.

A prática de programar componentes físicos tem um apelo maior, sobretudo, pela ludicidade implícita. Assim, por exemplo, ao invés de escrever um programa para imprimir algo na tela, os alunos poderiam programar o *Arduino* para acender e apagar um LED, mover um motor, etc. Em vez de inserir dados no programa, programar o *Arduino* para processar informações captadas por um sensor e adotar alguma ação através de atuadores, sem a interferência humana. Como coloca Albuquerque et al. (2016):

É importante que os alunos percebam que a programação não é algo entediante e impossível de aprender, mas sim que ela é uma ferramenta interessante e útil que está presente no cotidiano, não só em computadores, mas nos celulares, televisores, caixas eletrônicos, máquinas de lavar, máquinas fotográficas, aparelhos DVD, entre outros, ou seja, há várias possibilidades além da tela preta do prompt de comando.

À medida em que implementam projetos de Computação Física, os alunos estão internalizando conceitos práticos de algoritmos e lógica de programação, fazendo e vendo acontecer, o que torna o processo mais significativo. Isso evidencia o potencial da Computação Física para o ensino de programação com o uso do *Arduino*.

Um último aspecto a se considerar é que a implementação de um FabLab, ou laboratório apropriado para práticas *Maker*, implica na aquisição de equipamentos e componentes pertinentes. A depender de sua complexidade, isso pode representar em custos exacerbados para a instituição. Além disso, se tratando do ensino à distância, é de se esperar que o aluno tenha que adquirir ao menos os componentes básicos para iniciar os estudos no âmbito da Computação Física, ou prática *Maker*. Isso pode representar um fator impeditivo pelos mais diversos motivos, desde custos até mesmo a indisponibilidade dos componentes em algumas localidades. Dada a proposta deste trabalho, a qual é

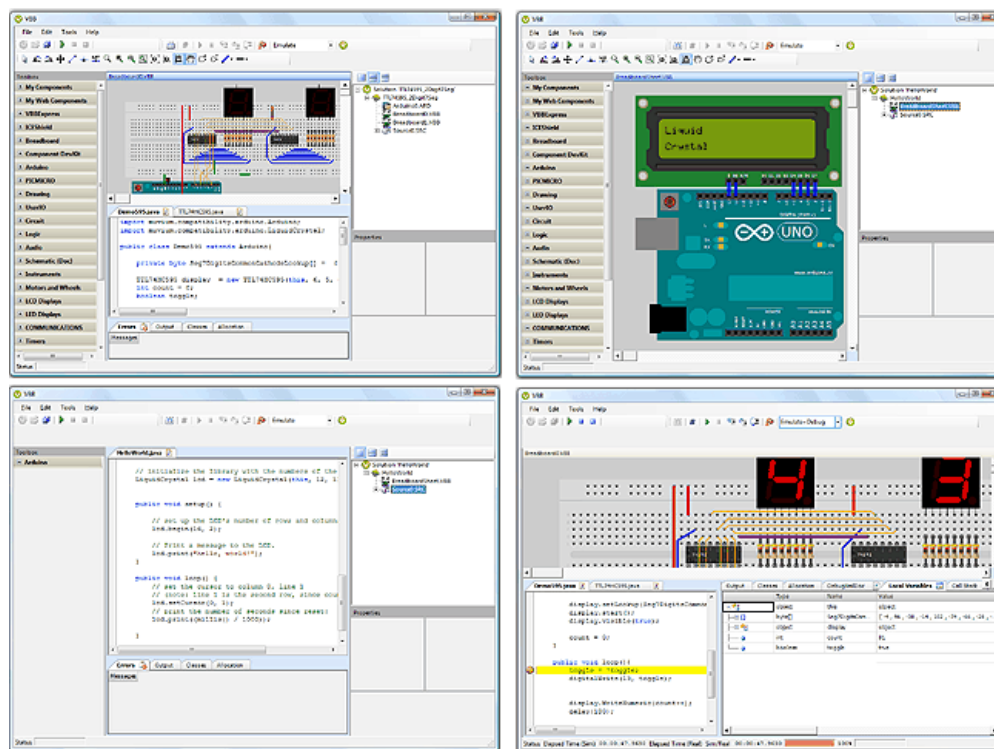
implementar um projeto de design instrucional para um curso online de apoio à aprendizagem de programação através da Computação Física, deve-se levar em conta tais elementos. Uma opção viável é o uso de simuladores virtuais, que replicam, em certa medida, ambientes de criação *Maker*.

O uso de simuladores permite aos alunos iniciar os estudos sem a necessariamente de dispor dos equipamentos e componentes requisitados, mas apenas de um computador (ou mesmo dispositivo mobile) e conexão à internet. Os simuladores estimulam a confiança dos alunos ao oferecer um ambiente de criação mais tolerante a erros, de tal modo que diminuem o receio e inibição para a manipulação dos componentes (virtuais) por receio de danificá-los. Não por acaso os simuladores são comumente utilizados para prototipagem de projetos, permitido assim testá-los (virtualmente) antes da implementação de fato, o que reduz as possibilidades de falhas ou mesmo perdas. Existem inúmeras opções disponíveis da internet, com mais ou menos recursos, algumas delas foram verificadas para atender a proposta do curso seguindo recomendações disponíveis online. As três mais relevantes, incluindo a escolhida para o trabalho, são abordadas a seguir.

O *Virtual Breadboard* é uma plataforma de software para simulação de circuitos eletrônicos montados em protoboard (*Breadboard*). O mesmo oferece uma vasta gama de componentes de eletrônica e instrumentos virtuais, incluindo microcontroladores, representados de forma realista. Também possui vários exemplos disponíveis para estudo. O aplicativo básico é gratuito, porém para simular a plataforma *Arduino* com seu ambiente de programação, deve-se adquirir a expansão (chamada VBB4Arduino 'Classic') à parte no site da desenvolvedora, não sendo gratuito¹⁴. O mesmo é representado na figura 4:

¹⁴ O programa base e a expansão para *Arduino* podem ser baixados no site da desenvolvedora: <<http://www.virtualbreadboard.com/>>.

Figura 4 - Virtual Breadboard

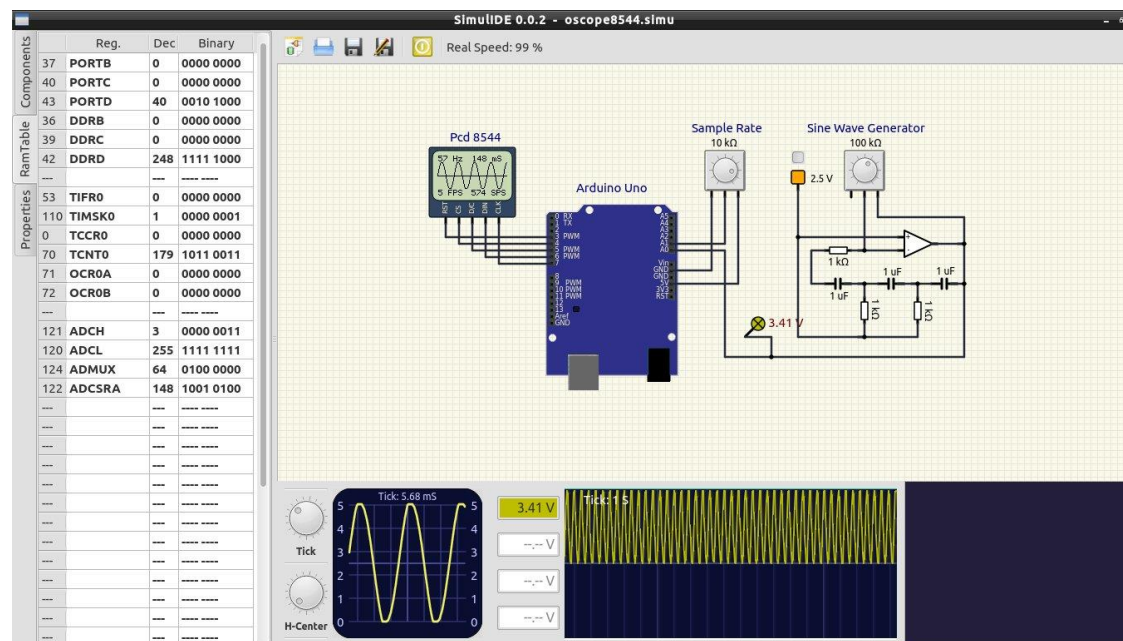


Fonte: <https://www.embarcados.com.br/simulador-de-arduino-virtual-breadboard/>

Uma outra opção para simulação de *Arduino* é o SimulIDE que pode ser baixado no site da desenvolvedora¹⁵ e usado gratuitamente, com versões para os sistemas operacionais Windows e Linux. Trata-se de um simulador de circuitos eletrônicos em tempo real, que inclui a plataforma *Arduino* em diversas versões, com ambiente de programação. O aplicativo possui uma grande variedade de componentes, cuja representação gráfica é relativamente simples, assim como a simulação propriamente dita. Para montar os circuitos basta arrastar os componentes da barra específica para a tela e fazer as conexões – também clicando e arrastando. Mas apesar de simples, o uso do aplicativo não é muito intuitiva, ao menos no começo, sobretudo pela grande variedade de componentes, representados de forma mais icônica, o que podem confundir pessoas com pouco conhecimento na área. Ainda assim, o aplicativo se bem utilizado permite fazer simulações eficientes e traz alguns exemplos já implementados para estudo. A figura 5 demonstra a interface do SimulIDE.

¹⁵ <http://simulide.blogspot.com.br/>

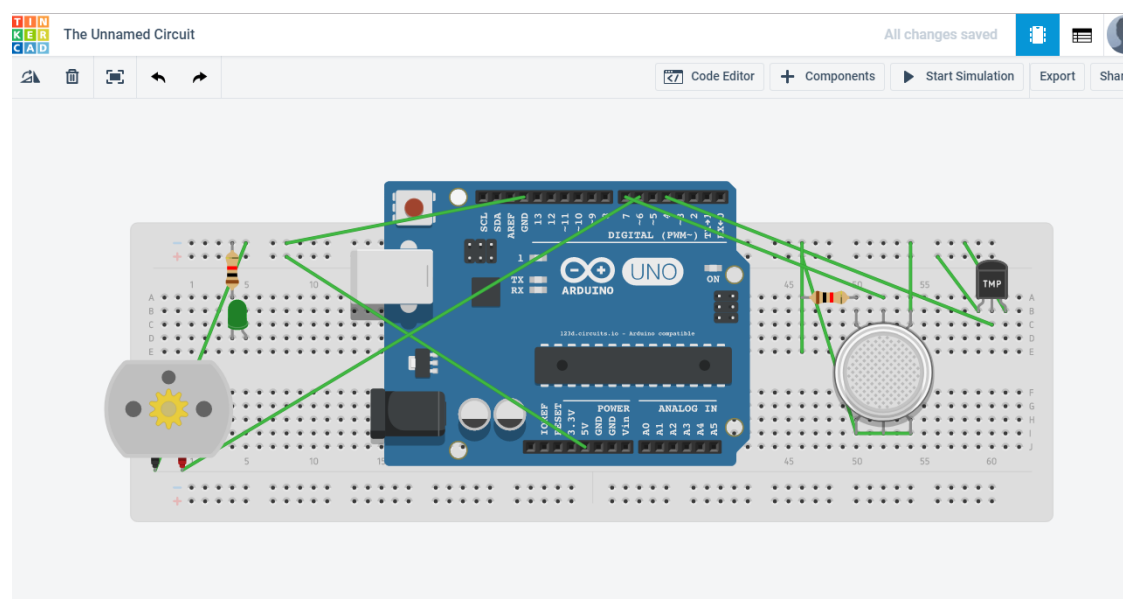
Figura 5 - SimulIDE



Fonte: <https://sourceforge.net/projects/simulide/?source=navbar>

Por fim, a opção escolhida para implementação do curso foi a plataforma *Tinkercad - Circuits*, disponibilizada para uso gratuitamente pela empresa Autodesk. A mesma oferece um ambiente virtual de eletrônica com a disponibilidade do *Arduino UNO* e seu ambiente de programação – com as opções de linguagem tradicional (C/C++) ou visual (em blocos). Em comparação aos anteriores, o *Tinkercad* possui uma interface simples, limpa e intuitiva, sendo fácil de manipular mesmo por iniciantes. A representação dos componentes e mesmo a simulação é bem realista e satisfatória, comparável à dos componentes reais. Além disso, funciona direto no navegador Web, bastando criar uma conta no site¹⁶ e também oferece vários exemplos para estudo. A plataforma será melhor explorada na proposta de curso. A figura 6 representa a plataforma Tinkercad:

¹⁶ <https://www.tinkercad.com/>

Figura 6 - Plataforma *Tinkercad - Circuits*

Fonte: <https://www.tinkercad.com/>

Conforme mencionado, motivar os alunos para aprendizagem é um fator essencial para o ensino de programação. Por tais motivos, abordagens motivacionais e focadas na prática vêm ganhando força na área, sendo o movimento *Maker* um exemplo notável. As mesmas visam ganhar a atenção e confiança dos alunos, assim como convencê-los da relevância daquela aprendizagem, estimulando uma satisfação intrínseca pelo sucesso. Tais princípios são preconizados pelo modelo motivacional ARCS, e serão abordados nos próximos capítulos.

4.3 O Design Instrucional e a questão motivacional

Uma vez que se pretende elaborar uma proposta de curso online para apoio e ensino de princípios básicos de programação, o trabalho abordará o design instrucional no âmbito do ensino a distância. Todavia, as considerações de um modo geral são aplicáveis ao ensino presencial.

4.3.1 Considerações sobre o design instrucional e a educação a distância

As tecnologias digitais vêm propiciando nas últimas décadas profundas transformações nas sociedades contemporâneas, com impacto em todos os seus setores. No âmbito da educação, autoridades e profissionais da área, sobretudo, têm se empenhado em incorporar tais tecnologias no setor. A **educação a distância** (EaD) foi consideravelmente impactada por essas transformações, sobretudo pela disseminação das tecnologias da informação e comunicação (TICs) o que permitiu sua expansão. De acordo com Nórr (2018):

[...] com o acesso fácil à internet e com o desenvolvimento das tecnologias móveis, essa modalidade [a EaD] é uma das que mais crescem no país. [...] De acordo com o Censo da Educação Superior de 2016, do Inep, enquanto o ensino presencial teve queda anual de 0,08% nas matrículas, o ensino a distância (EAD) teve expansão de 7,2%. [...] a oferta dessa modalidade cresceu 51% nas instituições privadas brasileiras de 2011 a 2015, de acordo com mais recente Censo EAD.BR, realizado pela Associação Brasileira de Educação a Distância (Abed) e publicado neste ano. O estudo revelou também que 31% das 341 instituições entrevistadas tinham planos de aumentar seus investimentos em formações totalmente online em 2017.

A expansão da Internet e barateamento dos dispositivos digitais, como computadores, smartphones etc., tornou os cursos a distância mais acessíveis. Os recursos tecnológicos, mais acessíveis e fáceis de usar, permitem ainda que praticamente qualquer um produza materiais educativos/instrucionais e os disponibilizem na internet.

De tal modo, a educação a distância, formal ou informal, segue em expansão e em processo de consolidação, conquistando cada vez mais adeptos, conforme sua qualidade evolui. Segundo pesquisa do *NZN Intelligence*¹⁷, a partir de coleta de respostas de usuários em suas páginas, refletindo uma tendência nacional, 90% das pessoas entrevistadas se mostraram dispostas a fazer algum curso online em algum momento de suas vidas, sendo que 61% delas afirmaram já terem feito alguma aula na web. Ainda assim, aqueles que se mostram relutantes em ingressar na modalidade, justificam pela preocupação com a qualidade. (MONTEIRO, 2017)

Numa perspectiva profissional, a produção de materiais instrucionais, seja para o ensino presencial ou a distância, precisa de um respaldo metodológico e teórico. Para tanto, o Design Instrucional (DI), também conhecido como Engenharia Pedagógica, reúne

¹⁷ Empresa de pesquisa e inteligência, responsável pela administração de sites como Baixaki, Mega Curioso e Click Jogos.

métodos, técnicas e recursos que propiciam soluções para atender a diferentes contextos de ensino. Conforme coloca Filatro (2013, p. 3):

[...], definimos design instrucional como a ação intencional e sistemática de ensino que envolve o planejamento, o desenvolvimento e a aplicação de métodos, técnicas, atividades, materiais, eventos e produtos educacionais em situação didática específica, a fim de promover, a partir dos princípios de aprendizagem e instrução conhecidos, a aprendizagem humana. Em outras palavras, definimos design instrucional como o processo (conjunto de atividades) de identificar um problema (uma necessidade) de aprendizagem e desenhar, implementar e avaliar uma solução para esse problema.

A depender da modalidade de ensino, presencial ou a distância, cada qual possui características e nuances que demandam competências que lhes sejam apropriadas. Entretanto, é no âmbito da EaD que o DI mais se destaca. A educação a distância segundo Moran (2002), “é o processo de ensino-aprendizagem, mediado por tecnologias, onde professores e alunos estão separados espacial e/ou temporalmente”. Sem precisar adentrar em mais características da EaD, pode-se destacar dentre seus principais desafios o de engajar os alunos no processo de aprendizagem.

No ensino presencial, professores e alunos estão reunidos no mesmo espaço e horário, e seguem um cronograma mais ou menos definido. O andamento e ritmo do curso é então mais facilmente controlado pelo professor, que tem um contato direto com os alunos e pode lhes dar feedbacks mais imediatos. No geral, se torna mais fácil para o professor perceber situações específicas, como dificuldades da turma em compreender determinado assunto, e assim adotar e (ou) mudar estratégias de ensino em atendimento a elas. A EaD, por sua vez, é caracteristicamente mais flexível e prevê ao aluno mais autonomia, ao passo que exige uma maior responsabilidade do mesmo para com o processo de aprendizagem. Conforme Gottardi (2015, p.121), “O aluno obrigatoriamente terá de desenvolver habilidades para estudar em ambiente informatizado de aprendizagem com autodeterminação, orientação, seleção e capacidade de tomar decisões, habilidades de organização da aprendizagem e habilidades metacognitivas”. Diante de tantas exigências e responsabilidades, conquistar o engajamento dos alunos se torna um desafio para a EaD. Cabe então ao designer instrucional propor alternativas que superem, ou amenizem, essas dificuldades.

Promover ou estimular a aprendizagem é um dos objetivos centrais de qualquer material pedagógico, ou objeto instrucional, ao qual o design instrucional se propõe a

atingir. A motivação então é apontada como sendo um fator chave para o processo de aprendizagem. Como colocam CONSENZA e GUERRA (2011):

A maioria dos comportamentos motivados, direcionados para um objetivo, é aprendida. [...] Nossa motivação nos levam a repetir as ações que foram capazes de obter recompensa no passado ou a procurar situações similares, que tenham chance de proporcionar uma satisfação desejada no futuro. Portanto, ela é muito importante para a aprendizagem em geral. A liberação de dopamina em algumas regiões cerebrais parece estar associada a esse tipo de recompensa, que leva à aprendizagem.

Não por acaso, a motivação é também um dos principais combustíveis para o engajamento. Assim, em certo ponto, o próprio design instrucional acaba se tornando uma ferramenta para estimular a motivação, e com isso promover o engajamento dos alunos para o processo de aprendizagem. O presente trabalho se propõe a desenvolver um material instrucional apoiado no modelo ARCS de design motivacional, o qual busca estabelecer estratégias de ensino com base em aspectos motivacionais. Convém então fazer uma breve explanação sobre a relação da motivação e o processo de aprendizagem.

4.3.2 Motivação e Aprendizagem

Em termos gerais, a aprendizagem é fruto do processo conhecido como neuroplasticidade cerebral, o qual ocorre em resposta a novos estímulos, ou de outro modo, a novas experiências. Conforme Migliori (2013, p.38): "O fenômeno da plasticidade corresponde à possibilidade de os neurônios transformarem sua forma ou função, de modo prolongado ou permanente, em decorrência de uma ação do ambiente externo, ou seja, das nossas experiências ". Desse modo, o processo de aprendizagem está relacionado à própria capacidade humana de adaptação ao ambiente.

Para aprender algo é importante que o indivíduo esteja motivado, e para tanto a experiência de aprendizagem precisa ser significativa, pois "[...] o processo de aprendizagem depende da permanente renovação do interesse e da curiosidade, que alavancam novas descobertas ” (MIGLIORI, p.42). Mais especificamente, faz-se necessário aos indivíduos estarem interessados naquilo que deve ser assimilado. Ao mesmo tempo, os conteúdos precisam ser passados de forma a despertar e sustentar o interesse em aprendê-los.

A aprendizagem segundo Migliori (2013, p.44) pode ocorrer de duas formas, implícita e explícita. Na forma implícita o processo ocorre de forma automática e não seletiva. Esse tipo de aprendizagem é substancialmente condicionado a fatores emocionais, sendo mais rápida e fácil de ocorrer quanto mais intensa for a emoção envolvida. Portanto demanda menos esforço e energia. Por outro lado, a forma explícita remete à aprendizagem intelectual, “se caracteriza por um lento processo, é fácil de esquecer e requer alto consumo de energia pois demanda esforço consciente (atenção seletiva e sustentada) e repetição constante.” (MIGLIORI, p.45). Ainda assim, pode ser potencializada mediante a associação de aspectos emocionais durante o processo.

Fica então claro que a aprendizagem intelectual envolve a necessidade de revisão periódica dos conteúdos a serem assimilados, e quando a experiência de aprendizagem envolve aspectos emocionais ela se torna mais efetiva. Para tanto, se faz necessário ao indivíduo estar motivado, pois sem isso não haverá o engajamento necessário. A motivação é necessária para despertar o interesse e a atenção do aluno para os assuntos a serem assimilados, os quais nem sempre fazem parte da sua gama de interesses. Neste ponto é importante destacar o papel do educador, e do design instrucional, em tornar os assuntos a serem ensinados palatáveis aos alunos, pois:

Podemos dizer que o cérebro tem uma motivação intrínseca para aprender, mas só está disposto a fazê-lo para aquilo que considera como significativo. Portanto a maneira primordial de capturar a atenção é apresentar o conteúdo a ser estudado de maneira que os alunos o reconheçam como importante. (COSENZA & GUERRA, p.48)

A motivação é, portanto, o fator que leva as pessoas a se entusiasmarem com algo, fazendo-as se comprometer e empenhar para alcançar os melhores resultados, sendo até mais importante para o sucesso que o talento. Para estimular a motivação, a psicologia então destaca três ‘elementos críticos’: Autonomia, Valor e Competência. (O QUE MOTIVA..., p.20-21).

A **autonomia** remete ao comprometimento do indivíduo para com algo, de modo que o grau de motivação tende a ser mais elevado quando se há um sentimento de responsabilidade condicionada. O **valor** remete à crença do indivíduo, isto é, algo será perseguido com mais entusiasmo quando se crê no seu valor. Ao passo que fazer as coisas contrariamente à vontade, ou por coação, pode levar a um efeito contrário. Por fim, a **competência** remete a habilidade adquirida para realizar algo. A motivação é

positivamente influenciada quando o indivíduo melhora suas habilidades ou desempenho naquilo que está estudando, ou tentando fazer. (O QUE MOTIVA..., p.21-22).

Tais concepções são consonantes às ideias exportas pela *teoria do fluxo* criada pelo psicólogo Mihaly Csikszentmihalyi, a qual busca elucidar o que leva o indivíduo a um pleno estado de motivação e satisfação. A teoria destaca as emoções em sua dualidade básica, positiva e negativa (repulsivas), como fatores que ajudam os indivíduos a escolherem o que fazer (CSIKSZENTMIHALY, 1999, p.22). De modo geral, as pessoas tendem a se sentir mais satisfeitas quando desempenham atividades (voluntariamente) para as quais possuem competência, mas que ao mesmo tempo lhe ofereça um desafio condizente.

Segundo Csikszentmihaly (1999, p.29-30) as emoções se referem a estados interiores da consciência, de tal modo que, emoções negativas provocam um estado de desordem psíquica, ao qual chama de *entropia*. Nestes casos, o indivíduo se vê incapaz de usar sua atenção de maneira eficaz para lidar com certas tarefas. Por outro lado, emoções positivas resultam em *negaentropia* (ou entropia negativa), estado em que a energia psíquica flui livremente para aquilo em que o indivíduo escolhe focar sua atenção.

Tal como anteriormente colocado, a aprendizagem depende de um esforço dos indivíduos em focar sua atenção naquilo que desejam aprender. Para tanto, precisam estar estimulados a fazê-lo, caso contrário, estarão lutando contra sua vontade, o que propicia o estado de entropia de tal forma que comprometerá os resultados, ao mesmo tempo causando um maior desgaste psíquico. Escolher prestar atenção em algo implica formar uma intenção, ou meta para consigo, de modo que, o tempo investido e a intensidade aplicada são condicionados à motivação. Conforme Csikszentmihaly (1999, p.30):

As intenções, metas e motivações também são, portanto, manifestações da negaentropia psíquica. Elas concentram a energia psíquica, estabelecem prioridades e assim criam ordem na consciência. Sem elas, os processos mentais se tornam aleatórios e os sentimentos tendem a se deteriorar rapidamente.

O autor elenca dois tipos de motivação elementares, a intrínseca e a extrínseca. A primeira é condicionada a fatores pessoais e por vezes subjetivos, trata-se do “querer fazer”. Já a motivação extrínseca remete a fatores externos, ou de um sentimento de obrigação, portanto se trata de “ter de fazer”. Certamente a motivação intrínseca é a que propicia melhores resultados com menor desgaste, afinal as pessoas se sentem melhores quando fazem o que querem. Ainda assim, a motivação extrínseca tem seu valor, pois o

senso de obrigação resulta em um senso de autonomia, o qual estimula os indivíduos a agir em prol de algo. Porém, Csikszentmihaly (1999, p.30), destaca um terceiro estado como sendo o mais indesejado e nocivo à motivação, que seria uma espécie de estado de indiferença. Como o mesmo expressa, seria o fazer algo por não ter nada melhor para fazer, situação em que a entropia é mais propensa a ocorrer. Um exemplo típico é o de um indivíduo que assiste despretensiosamente tutoriais na internet, apenas para passar o tempo, é bem provável que seja tomado por devaneios e não se concentre no conteúdo.

Quando o indivíduo foca sua energia psíquica em objetividades de curto prazo ou imediatas, se diz que há uma “intenção” para com aquilo, enquanto que para objetivos de longo prazo são estabelecidas “metas”. As metas nas quais as pessoas decidem investir é um dos determinantes de sua autoestima, e esta por sua vez depende de uma proporção entre expectativa e sucesso. Assim, aprender “a administrar as próprias metas é um processo importante para a excelência na vida cotidiana.” (CSIKSZENTMIHALY, 1999, p.22). Não por acaso isso remete à noção de autonomia descrita anteriormente, um dos pilares da motivação. As pessoas tendem a ter sua autoestima elevada, quando suas habilidades correspondem a suas expectativas para a realização de uma tarefa, ou mesmo entendimento de algo.

Todas essas constatações ajudam a entender as dificuldades implícitas no processo de aprendizagem. A emoção é um fator elementar para o direcionamento da atenção para aquilo que se pretende assimilar ou fazer. Emoções negativas provocam entropia e com isso causam um maior desgaste, dado que a mente se coloca em um estado de desordem informacional, fazendo com que os pensamentos se dispersem facilmente. Não obstante o resultado provável é a frustração. Por outro lado, quando as pessoas fazem o que querem, fica mais fácil focalizar a atenção, mesmo quando lidam com grandes dificuldades. A mente entra em estado de negaentropia, de tal modo que o indivíduo pode entrar em um estado de concentração difícil de abalar. Em certos momentos a consciência pode estar tão focada em algo que o indivíduo entra em uma espécie de transe, sem qualquer espaço para a entropia. Trata-se do estado ao qual Csikszentmihaly (1999, p.36) chama de *estado de fluxo*. Conforme o autor:

O fluxo tende a ocorrer quando as habilidades de uma pessoa estão totalmente envolvidas em superar um desafio que está no limiar de sua capacidade de controle. Experiências ótimas geralmente envolvem um fino equilíbrio entre a capacidade do indivíduo agir e as oportunidades disponíveis para a ação [...]. Se os desafios forem altos a pessoa fica frustrada, em seguida preocupada e mais tarde ansiosa. Se os desafios são baixos em relação às habilidades do

indivíduo, ele fica relaxado, em seguida entediado. Se tanto os desafios quanto as habilidades são percebidas como baixa, a pessoa se sente apática. Mas quando altos desafios são correspondidos por altas habilidades, então é mais provável que o profundo envolvimento que estabelece o fluxo à parte da vida comum ocorra. (CSIKSZENTMIHALY, 1999, p.37)

Ou seja, os indivíduos se sentem mais motivados quando suas habilidades correspondem aos desafios impostos. Porém, deve haver um senso de progressão, isto é, os desafios devem evoluir à medida em que as competências adquiridas aumentam, caso contrário o mais provável é a desmotivação pelo tédio. Por exemplo, crianças quando aprendem a jogar damas o fazem com entusiasmo pelo menos enquanto o mesmo se mostra desafiador, mas à medida em que começam a vencer sem esforço/dificuldade perdem o interesse. Logo, o tédio as fazem migrar para outros jogos mais complexos, como o xadrez. O jogo então se faz interessante enquanto está a ser dominado, isto é, enquanto há o que aprender. Mas é importante destacar que o aprendizado deve ser gradual e evolutivo. Se o mesmo já começa com um alto grau de dificuldade, certamente isso funcionará como uma barreira, ao ponto de muitos até se sentirem inibidos a tentarem aprender.

Não por acaso o estado de fluxo é mais facilmente alcançado quando as pessoas desempenham atividades de entretenimento. Atividades que produzem tal estado são chamadas de *atividades de fluxo*. Jogos são exemplos claro disto. Ocorre que a maioria das atividades cotidianas passam longe de proporcionarem o estado de fluxo, um exemplo claro são as relacionadas a educação, que para muitos se mostra uma obrigação enfadonha.

Deste modo, ao se lidar com o Design Instrucional pode-se dizer que, em certo ponto, o que se busca alcançar é a criação de objetos instrucionais que levem o aluno o mais próximo possível do estado de fluxo. Assim, em certa medida o design instrucional lida com questões voltadas a promoção da motivação, havendo inclusive um modelo de DI focado neste aspecto, chamado modelo ARCS, o qual mesmo não abordando especificamente a questão do estado de fluxo, tem objetivos condizentes com o mesmo.

4.4 O Modelo ARCS de design motivacional

O modelo ARCS de design motivacional foi desenvolvido por John M. Keller, como resultado de suas pesquisas para compreensão da influência da motivação sobre o processo de aprendizagem. O modelo sintetiza a maioria das pesquisas acerca da motivação humana em 4 categorias conceituais, as quais definem as condições a serem satisfeitas para propiciar e manter a motivação: Atenção, Relevância, Confiança e Satisfação. Deste modo, ARCS é um acrônimo destas 4 variáveis. O modelo reúne um conjunto de estratégias que levam ao aumento do apelo motivacional da instrução. Também incorpora um processo sistemático, chamado de design motivacional, o qual pode ser usado efetivamente com outros modelos de design instrucional (KELLER, 1987).

A base do modelo ARCS se encontra na teoria do valor-expectativa de Tolman(1932) e Lewin(1938). A mesma supõe que a motivação humana resulta de uma prévia avaliação de atividade, cuja execução resulte em uma satisfação pessoal (aspecto de valor), e da expectativa positiva para o sucesso (aspecto da expectativa) (KELLER, 1987, p.2-3). Ou seja, as pessoas se sentem motivadas a aprender quando enxergam um valor no conhecimento apresentado (aprender algo útil, tirar uma boa nota na avaliação, etc) e têm uma expectativa razoável de sucesso. Esses elementos remetem aos anteriormente descritos como 2 dos principais condicionantes da motivação: Valor e Competência. Além disso, Csikszentmihaly também demonstrou que as pessoas se sentem motivadas quando precisam superar desafios que lhes permitam atestar suas capacidades. Entretanto, tais desafios precisam estar à altura de suas habilidades, caso contrário, causam tédio e se forem muito além, causam ansiedade e frustração.

Sendo assim, segundo o modelo ARCS, o modo para estimular a motivação e consequentemente o engajamento é investir em estratégias centradas nas 4 categorias conceituais da motivação. A satisfação das condições implícitas em cada categoria tende a proporcionar resultados positivos, de tal modo as mesmas serão detalhadas a seguir.

4.4.1 Os Componentes do Modelo ARCS

As 4 categorias conceituais expostas anteriormente são o alicerce do modelo ARCS, com destaque para os dois primeiros: Atenção e Valor. Eles são a base para os dois restantes: Confiança e Satisfação. Cada um deles ainda se divide em subcategorias específicas como indicativo da estratégia motivacional relacionada.

4.4.1.1 Atenção

A atenção é um fator chave para a motivação, assim como para a própria aprendizagem, pois para que a aprendizagem ocorra faz-se necessário que o indivíduo foque sua atenção naquilo que deve ser assimilado. A tarefa será tanto mais fácil, isto é, menos desgastante, quanto maior for o interesse do aluno para com as ideias e conceitos ensinados. Assim, a preocupação motivacional que permeia essa categoria é a de: conquistar e manter a atenção do aluno para o que é ensinado (KELLER, 1987, p.3).

A obtenção da atenção do aluno é o ponto de partida para processo instrucional. Em certa medida, não demanda grande esforço. Pode-se utilizar de estratégias que chamem a atenção, por meio de surpresas (como uma declaração dramática, uma pausa silenciosa...) (KELLER, 1987, p.3); ou a exposição de uma situação incerta ou inusitada, a qual desperte a curiosidade do público, entre outras (KELLER, 2000, p.2). É comum em sites de compartilhamento de vídeos, por exemplo, se utilizar de títulos e imagens (*thumbnails*¹⁸) chamativos para atrair a atenção do público, embora nem sempre o conteúdo corresponda a expectativa criada.

Depois de conquistada a atenção do aluno, vem o verdadeiro desafio deste tópico que é a de mantê-la. Não é incomum um estudante ser atraído para um material instrucional disponível na internet (vídeo, texto, etc.), mas logo abandoná-lo, ou se deixar levar pela divagação. O que também pode ocorrer para materiais disponibilizados ou indicados por professores e/ou cursos, como é comum sobretudo na EaD. Mesmo em aulas presenciais ou palestras acontece de o professor/palestrante criar uma alta

¹⁸ Miniaturas de imagens utilizadas para facilitar o reconhecimento do conteúdo do vídeo e ao mesmo tempo chamar a atenção.

expectativa inicial, mas frustrar o expectador com um conteúdo aquém do esperado ou uma abordagem maçante.

Para manter a atenção durante o período de instrução Keller (1987, p.3) aponta para a necessidade de atender as expectativas dos alunos, correspondendo a sua busca por sensações e ao mesmo tempo despertar (e manter) sua curiosidade por conhecimento, sem, contudo, superestimá-los. Tal como coloca o autor, “O objetivo é encontrar um equilíbrio entre o tédio e a indiferença versus hiperatividade e ansiedade”. Coincidentemente, é a mesma ideia exposta por Csikszentmihaly em sua teoria do fluxo, atestando que em certo ponto o que o modelo motivacional busca é proporcionar algo próximo do estado de fluxo.

As estratégias propostas por Keller são resumidas no anexo A, sendo as três primeiras voltadas a chamar a atenção do aluno e as demais a mantê-la.

4.4.1.2 Relevância

Conforme anteriormente colocado, para que os alunos se sintam motivados a aprender algo, eles precisam ter aquilo como relevante. A relevância, segundo Keller (2000, p.2, tradução nossa), “resulta da conexão do conteúdo da instrução aos objetivos importantes dos alunos, seus interesses passados e seus estilos de aprendizagem”. Deste modo, esta categoria tem a ver com o uso de estratégias para fazer o aluno compreender um dado assunto (ou material instrucional) como sendo dotado de valor. Nesse sentido,

[...] muitos projetistas e instrutores de cursos tentam fazer com que a instrução pareça relevante para as oportunidades de carreira presentes e futuras para os alunos [...]. Outros, em uma tradição mais clássica, acreditam que o aprendizado deve ser um fim em si mesmo, algo que os estudantes vêm desfrutar e valorizar. Ambos podem ser importantes, mas existe uma terceira via. Concentra-se no processo e não nos fins. Keller (1987, p.3, tradução nossa)

Ou seja, as estratégias voltadas a desenvolver o senso de relevância para com o material instrucional não precisam focar nos fins, ou consequências do aprendizado, mas no próprio processo envolvido. A estratégia motivacional no espectro da relevância pode então se voltar para a satisfação de necessidades e interesses imediatos dos alunos. Assim, são abordagens potencialmente satisfatórias o uso de “simulações, analogias, estudos de caso e exemplos relacionados aos interesses e experiências imediatas e atuais dos alunos.”

(KELLER, 2000, p.2, tradução nossa). Por exemplo, o material instrucional pode relacionar ao assunto que se quer passar com fatos e eventos de algum seriado, ou filme. Assim como relacioná-los a eventos reais cotidianos. De outro modo, a estratégia motivacional poderia se voltar a satisfação da necessidade de socialização dos alunos, assim focando em atividades que estimulem o trabalho em grupo e a cooperação, por exemplo. Afinal, o que se busca é evitar o extremo no qual o aluno começa a se questionar sobre a relevância de ter que aprender o dado conteúdo, ou usar o material instrucional.

Algumas estratégias propostas por Keller são sintetizadas no Anexo B.

4.4.1.3 Confiança

A confiança é o terceiro fator condicionante da motivação no modelo de Keller. Alunos confiantes se sentem mais competentes e, portanto, mais propensos a realizações. Para Keller (1987, p.5) a confiança é condicionada a uma expectativa de sucesso, de modo que os alunos devem se empenhar mais para aprender quando acreditam que são capazes. Não obstante, se acreditarem que o sucesso é inerente a sorte ou a decisão de terceiros, então não haverá acréscimo de confiança (KELLER, 2000, p.2). Assim, o objetivo das estratégias motivacionais, no âmbito da confiança, devem ser de:

[...] ajudar o aluno a formar a impressão de que algum nível de sucesso é possível se o esforço for exercido. É claro que é importante evitar criar essa impressão se for falsa. Se o sucesso não for possível com uma quantidade razoável de esforço, as instruções devem ser redesenhadas ou o aluno deve receber aconselhamento adequado. (KELLER, 1987, p.5, tradução nossa).

Em geral, os alunos costumam apresentar baixa confiança por não compreenderem o que se espera deles. Assim, é importante deixar claro os objetivos da aprendizagem e oferecer exemplos claros de conquistas aceitáveis (KELLER, 2000, p.2). Ademais, deve haver meios para estimar a probabilidade de sucesso, e um sistema claro de feedbacks e reforços positivos quando os alunos estão no caminho certo. As estratégias motivacionais voltadas a estimular a confiança propostas por Keller constam no anexo C.

4.4.1.4 Satisfação

A satisfação é o último condicionante da motivação no modelo ARCS. Ela se trata dos sentimentos positivos proporcionados por realizações e a experiência de aprendizagem (KELLER, 2000, p.2). Nesse momento o aluno se sente realizado por ter seu esforço reconhecido, ou justificado, seja por razões intrínsecas (realizações pessoais, diversão...), ou extrínsecas (recompensa externa simbólica – elogio, status, etc., ou real – aquisição de um certificado, uma promoção).

O aluno atestar que o conhecimento adquirido é útil em aplicações reais, ou em algum aspecto de sua vida também é importante. Afinal, não é incomum um estudante se questionar sobre a utilidade de aprender algo, ao ponto de fazê-lo por mera obrigação, consequentemente sem muito entusiasmo. Keller (1987, p.5) aponta para a necessidade de um sistema eficiente de reforço positivo, evidenciando os feitos dos alunos. Tais incentivos podem variar conforme a situação, podendo ser simples elogios, o cumprimento de metas estabelecidas, ou mesmo a constatação de que ele está aprendendo algo útil. Por exemplo, há situações em que o aluno passa por longos períodos assimilando teoria, sem qualquer aplicação prática dos conhecimentos, que atestem sua utilidade. Chega-se ao extremo de finalizar o curso sem que isso ocorra. Mas se em contrapartida o aluno pudesse aplicar os conhecimentos aprendidos periodicamente em aplicações reais, mesmo que simplificadas e que demonstrem a sua utilidade, a simples constatação disso poderia deixá-lo satisfeito.

Ao aluno é importante ter certa liberdade para estabelecer suas próprias motivações (intrínsecas) e daí buscar conquistas que as satisfaçam, dentro do escopo dos conteúdos instrucionais. O mesmo não deve se sentir preso às vontades, por vezes tidas como arbitrárias, do professor, no que diz respeito à sua satisfação intrínseca (KELLER, 1987, p.5). A satisfação deve ser condicionada a um senso de justiça ou equidade, o que significa dizer que: “Os alunos devem sentir que a quantidade de trabalho exigida pelo curso era apropriada, que havia consistência interna entre objetivos, conteúdo e testes, e que não havia favoritismo na classificação.” (KELLER, 2000, p.3, tradução nossa). As estratégias motivacionais propostas por Keller no espectro da satisfação constam no anexo D.

4.4.2 O processo de Design Instrucional baseado no modelo ARCS

O modelo motivacional ARCS inclui um processo sistemático de design que pode ser usado em conjunto com outros modelos de design instrucional, sendo as 4 categorias motivacionais descritas anteriormente a sua base de sustentação. Tal processo pode ser convenientemente dividido em 4 etapas: Definição, design (ou projeto), desenvolvimento e avaliação, sendo as mesmas compostas de 10 passos, como apresentados no Quadro 1:

Quadro 1 - Processo de Design Motivacional em 10 passos			
Definição	1	Obter Informação sobre o curso	Descrição do curso e justificativa Definição e sistema de entrega Informações sobre o instrutor
	2	Obter Informação sobre a audiência	Nível inicial de habilidades Atitudes relacionadas à escola ou trabalho Atitudes relacionadas ao curso
	3	Analisar a audiência	Características motivacionais Causas fundamentais Influências mutáveis
	4	Analisar materiais existentes	Características positivas Problemas ou deficiências Questões relacionadas
	5	Listar objetivos e avaliações	Objetivos do design instrucional Comportamentos dos aprendizes Métodos de confirmação
Design	6	Listar táticas potenciais	Lista de táticas a partir de (técnica de) Brainstorm Início, meio e fim Percurso
	7	Selecionar e planejar/projetar táticas	Táticas integradas Táticas de aprimoramento Táticas de suporte
	8	Integrar (as táticas) com as instruções	Combinar os planejamentos Pontos de inclusão Revisões a serem feitas
Desenvolvimento	9	Selecionar e desenvolver os materiais	Selecionar materiais disponíveis Adaptar a situação Desenvolver novos materiais
Avaliação	10	Avaliar e validar	Obter reações dos estudantes Determinar o nível de satisfação Revisar se necessário

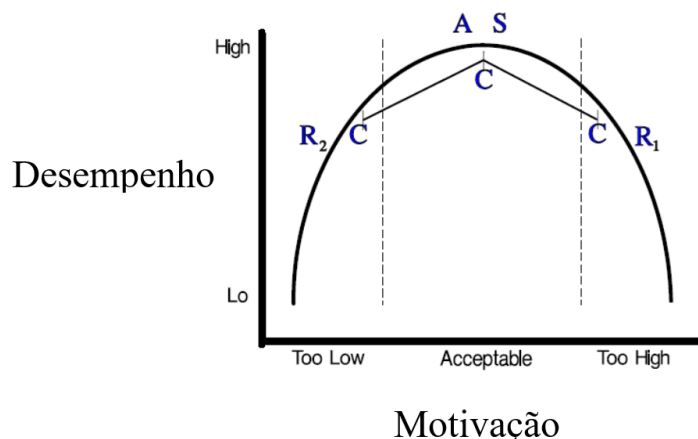
Fonte: Traduzido e adaptado de (KELLER, 2000, p.6)

A primeira etapa, de **definição**, compreende os passos de 1 a 5. Ela trata da coleta de informações relacionadas ao curso e aos (potenciais) aprendizes, seguida da análise e, por fim, da definição dos objetivos instrucionais. Deve-se ter em mente que o objetivo elementar do ARCS é elevar o potencial motivacional do curso, levando-se em conta os perfis típicos de alunos. Keller (1987, p.6) ressalta que o modelo ARCS tal como concebido, não é voltado a promoção de mudanças comportamentais. Ou seja, ele não busca resolver problemas individuais de personalidade do aluno, ou estimulá-los a serem auto motivados, mas sim adequar o curso a suas demandas motivacionais.

O levantamento de informações acerca do curso e público-alvo, permite identificar e classificar o problema motivacional a ser resolvido, obviamente se este existir, caso contrário o modelo ARCS não é apropriado. Keller (2000, p.3) indica dois problemas para se identificar a natureza e grau do problema motivacional. O primeiro é saber se o problema de fato decorre de causas motivacionais. A desmotivação pode ser sintoma de outros problemas, como a falta de capacidade ou oportunidades. Como por exemplo, um aluno pode iniciar um curso de programação de computadores em uma linguagem específica, mas sem ter conhecimentos básicos de lógica de programação, não conseguir acompanhá-lo, ainda que demonstre interesse. Isso pode comprometer suas expectativas de sucesso, deixando-lhe desmotivado ao ponto de poder desistir. Ou então, o aluno pode não ter tempo para se dedicar aos estudos e/ou praticar, por conta de outros compromissos ou responsabilidades, como trabalho, outros cursos etc.

A outra dificuldade é decorrente da própria natureza motivacional. Quando motivados os indivíduos se sentem mais positivos e empenhados para com alguma atividade, assim é normal que seu desempenho aumente. Porém, isso só ocorre até um certo ponto, quando o desempenho passa a diminuir com acréscimos na motivação. Isso ocorre porque acréscimos na motivação também levam a aumentos no nível de tensão e estresse, o que depois de certo ponto passa a ser prejudicial. (KELLER, 2000, p.5). A relação entre performance e motivação é expressa por um diagrama curvilíneo, representado na Figura 1. Trata-se de algo análogo ao exposto por Csikszentmihaly na teoria do fluxo. Como exemplo, quando o indivíduo se percebe muito capaz, mas o curso já não oferece um desafio a altura ele pode se sentir desmotivado e cair no tédio. Pode-se tentar motivá-lo aumentando o desafio (dificuldade), mas se passar do ponto, ele passa a um estado de tensão e estresse que pode comprometer seu desempenho. Faz parte do desafio do professor e designer instrucional encontrar um equilíbrio entre os estímulos motivacionais e a performance desenvolvida do aluno.

Figura 7 - Diagrama curvilíneo de análise de audiência



Fonte: Adaptado de KELLER, 2000, p.7

Pode-se identificar ainda duas situações motivacionais específicas no público. Na primeira os alunos já começam o curso motivados, dado seu interesse intrínseco (razões pessoais) ou por fatores externos (aquisição de um certificado, promoção etc.). Neste caso o desafio do professor e/ou designer instrucional é o de manter a motivação elevada ao longo do curso. A outra situação é a que o público não demonstra interesse no curso, por vezes fazendo-o por uma necessidade ou obrigação. Neste caso as estratégias motivacionais devem ser no sentido de despertar a motivação prioritariamente (KELLER, 1984, p6).

Os objetivos motivacionais são estabelecidos a partir das informações coletadas e analisadas, as quais indicam os problemas motivacionais a serem solucionados. Deve-se focar nas áreas específicas, as quais exigem maior atenção para o desenvolvimento das estratégias motivacionais. Por fim, identificar o comportamento, condições e critérios aplicáveis (KELLER, 1987, p.6). Como exemplo, dado um curso de programação, pode-se identificar no público a falta de conhecimentos de básicos de lógica de programação, o que compromete a confiança dos alunos para sua execução. Assim, as estratégias podem focar na área de confiança, oferecendo um reforço nas primeiras semanas que permita ao público acompanhar os conteúdos do curso. Isso poderia permiti-lhes melhorar sua expectativa e, portanto, motivação, assim se engajando mais para aprender.

O **Design** corresponde a fase de planejamento no processo de design motivacional. Ele engloba os passos de 6 a 8, tratando da geração de estratégias motivacionais, seleção e definição de diretrizes para incorporação aos componentes de ensino, que satisfaçam os objetivos propostos na fase anterior. Deve-se reiterar que o modelo ARCS não trata

especificamente da geração de componentes instrucionais, mas sim de estratégias motivacionais acopláveis. Assim pode ser utilizada com modelos típicos de design instrucional

Na geração de ideias, Keller (1987, p.7) sugere que se adote um pensamento mais acrítico e criativo, deixando, por hora, o raciocínio analítico de lado. Neste caso, é recomendado o uso da técnica de *Brainstorm* (também chamada de tempestade de ideias), o qual prevê a geração indiscriminada de ideias e propostas que depois devem ser filtradas e melhoradas.

Após a geração de estratégia potenciais, faz-se uma revisão crítica a fim de selecionar as mais adequadas. Elas devem cumprir o papel de estimular a motivação para aprendizagem, assim sendo um meio para este fim, e não um fim em si mesma. Para uma escolha apropriada, Keller (1987, p.7) indica cinco diretrizes que devem ser verificadas nas estratégias motivacionais:

- a. não ocupar muito tempo instrucional;
- b. não prejudicar os objetivos instrucionais;
- c. se restringir aos limites de tempo e dinheiro dos aspectos de desenvolvimento e implementação da instrução;
- d. ser aceitável ao público; e
- e. ser compatível com o sistema de entrega, incluindo o estilo pessoal e as preferências do instrutor.

O respeito a essas diretrizes deve garantir que as estratégias escolhidas contribuam para a aprendizagem, caso contrário, devem ser descartadas ou modificadas. Afinal, as atividades motivacionais devem servir de suporte aos objetivos de aprendizagem, e não desviar deles (KELLER, 2000, p. 7). Seria o caso, por exemplo, de se adotar estratégias para estimular a motivação, em um contexto em que os alunos já estão em certa medida motivados. O efeito disso poderia ser o contrário do esperado, ao ponto de as medidas adotadas atrapalharem o aprendizado. Nesse sentido, pode-se imaginar um caso em que se perde muito tempo justificando a importância de um assunto (aspecto da relevância), ao ponto de negligenciar seu ensino propriamente. Os alunos poderão ficar entediados, ou mesmo frustrados, sobretudo se ao final o curso não corresponder às expectativas criadas, ou então o tempo não for suficiente para que a ementa seja cumprida, em razão de tempo inutilmente perdido.

As etapas de desenvolvimento e avaliação seguem os mesmos procedimentos inerentes a qualquer processo de design instrucional (KELLER, 2000, p.7). A etapa de **desenvolvimento** é a destinada à criação dos materiais que serão integrados à instrução. A mesma envolve a elaboração de planos de trabalho, o desenvolvimento de mídias e preparativos para a implementação. Por sua vez, a fase de **avaliação** visa detectar se os materiais implementados foram satisfatórios em proporcionar os efeitos motivacionais esperados.

4.5 Aplicando o Modelo ARCS – integração ao modelo de design instrucional ADDIE

Conforme anteriormente explicitado, o modelo ARCS visa estabelecer estratégias de cunho motivacional capazes de tornar a aprendizagem intrinsecamente mais interessante. Porém, ele não concebe propriamente materiais e recursos instrucionais, apenas potencializa seu caráter motivacional, podendo então ser usado em conjunto com os modelos típicos de design instrucional.

Entre as diversas abordagens de design instrucional disponíveis, uma das principais e mais elementar é a proposta pelo modelo ISD (*Instructional Systems Development*, também conhecido por Abordagem Sistemica). Tal modelo divide o DI nas fases de análise, design, desenvolvimento, implementação e avaliação, de modo que também é conhecido pelo acrônimo ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation e Evaluation*) (FILATRO, 2013, p.25).

No modelo ADDIE as fases de análise, design e desenvolvimento correspondem à fase de concepção, enquanto que as de implementação e avaliação são as de execução. A implantação do projeto engloba conhecimentos de diferentes áreas, podendo reunir diferentes profissionais. É importante ressaltar que o design instrucional, no que se refere à educação a distância, pode assumir três formatos, fixo, aberto e contextualizado, conforme a abordagem pedagógica adotada. Cada qual determinará como as fases de concepção e execução se distribuirão ao longo do tempo.

O **design instrucional fixo** é voltado ao desenvolvimento e distribuição de produtos fechados, portanto, possui as fases de concepção e execução bem separadas. Sua ênfase se encontra nos modelos informacional, suplementar e essencial (FILATRO, 2013, p.26). Neste caso, o curso assume um formato fixo e rígido, todo o planejamento se dá de forma antecipada, sendo as ações de aprendizagem bem programadas. Não há interação

com os alunos durante o processo. Possíveis feedbacks ficam registrados para alterações em futuras versões, pois não há a possibilidade de aplicá-las durante seu andamento. O foco desta abordagem são os conteúdos instrucionais, bem elaborados e voltados a uma educação de massa, portanto tendo um maior alcance.

O **design instrucional aberto** por outro lado foca na interação social entre educadores e alunos (individualmente ou em grupos) (FILATRO, 2013, p.26). Ainda que utilize materiais instrucionais pré-definidos, como ocorre no modelo fixo, há um amplo espaço para alterações durante o processo em atendimento aos feedbacks e mesmo contribuições dos alunos. Trata-se, então, de um modelo colaborativo que combina materiais próprios, previamente planejados e elaborados, com publicações de alunos e materiais de terceiros.

Por sua vez, o **design instrucional contextualizado** é o mais flexível. Tal modelo apresenta um processo dinâmico, no qual o curso parte de uma concepção inicial e vai sendo delineado e implementado durante sua execução. Assim, ainda que se faça uso de atividades programadas, a maior parte dos conteúdos são gerados no decorrer do curso. Neste processo, os envolvidos (alunos, educadores e tutores) participam ativamente por meio das ferramentas colaborativas da web 2.0 (Wikis, chats, redes sociais, fóruns etc.). Tal modelo permite o desenvolvimento de ambientes de aprendizagem personalizados, ou mais especificamente contextualizados, conforme as unidades de aprendizagem específicas (FILATRO, 2013, p.26). Alterações são, portanto, constantes durante a execução do curso, de modo que cada qual nunca será completamente igual ao anterior.

O modelo ADDIE melhor se ajusta ao design instrucional fixo, que é voltado a produção de soluções fechadas, focadas na transmissão de informações para o maior público possível. O presente trabalho segue por essa linha, assim as 5 fases são sumariamente descritas, levando em conta tal formato.

A fase de **análise** é o momento da coleta, verificação e compreensão das informações pertinentes ao problema educacional a ser solucionado. Prevê o levantamento das necessidades educacionais, características dos alunos e restrições contextuais. Por meio destas informações são elaborados relatórios diagnósticos que propiciam estabelecer objetivos e propostas voltadas a uma possível solução (FILATRO, 2013, p.28). No design instrucional fixo, esta fase é minuciosa e realizada uma única vez antes do projeto e elaboração do material instrucional, dado que não é possível sua alteração durante a fase de execução.

A fase de **design**, é propriamente a fase de projeto, na qual se busca estabelecer soluções para os objetivos propostos. Neste momento são feitos o mapeamento e sequenciamento dos conteúdos a serem trabalhados, definição de mídias e ferramentas apropriadas e descrição dos materiais a serem elaborados para professores e alunos. As decisões de design se consolidam em documentos específicos (gabaritos e storyboards), os quais devem orientar a fase de desenvolvimento. As propostas devem ser adequadas ao contexto previsto na fase anterior, de tal modo que os componentes possuam uma ligação lógica e respeitem os objetivos estabelecidos. No design fixo, os documentos pertinentes devem antecipar todas as decisões essenciais relacionadas a apresentação dos conteúdos (FILATRO, 2013, p.28-29).

Na fase de **desenvolvimento** põe-se em produção os novos materiais instrucionais previamente planejados, ou a adaptação/atualização de materiais já existentes. O desenvolvimento segue os planos estabelecidos na fase anterior, com uso das informações até então coletadas, no mais considerando as restrições de tempo e orçamento (FILATRO, 2013, p.30). No design fixo esta fase ainda prevê validações e testes intermediários com clientes e demais interessados, com fins de atestar que o produto final seja adequado aos propósitos estabelecidos. Versões piloto são então comuns para testes preliminares, de modo que se possa propor alterações antes do produto ser finalizado de fato.

A fase de **implementação** implica na aplicação da proposta de design instrucional. Assim, começa pela preparação do ambiente (ou infraestrutura de ensino), disponibilização dos recursos didáticos e a capacitação dos profissionais que lidarão com eles, para em seguida ocorrer seu uso/aplicação de fato. Na aprendizagem eletrônica esse processo implica em duas subfases, a de **publicação** (quando é feita a preparação do ambiente e upload dos conteúdos) e **execução**, quando os recursos são de fato utilizados pelos alunos (FILATRO, 2013, p.30-31). O design fixo prevê que a fase de publicação ocorra antes da execução, dado que é voltada a produção de produtos fechados. Portanto, antes dos alunos começarem a utilizar os materiais didáticos, faz-se necessário garantir que tudo esteja funcionando apropriadamente.

A fase de **avaliação** compreende a verificação da efetividade das soluções propostas, assim como a revisão das estratégias implementadas. Conforme Filatro (2013, p.31-32), o processo deve permear todo o design instrucional, desde sua concepção até sua execução. Assim, são analisados a solução pedagógica e o aprendizado dos alunos, permitindo adequações. No design fixo, a verificação ocorre por meio de validações intermediários, testes pilotos e revisões, que propiciam diagnósticos (relacionados a

alunos e soluções instrucionais) o que possibilita adequações. Ao final do processo de ensino/aprendizagem pode-se realizar avaliações somativas, que permitem verificar a efetividade de transmissão e reprodução de conhecimentos. Porém adequações só ocorrerão em versões futuras, quando se trata de soluções instrucionais fechadas.

Cada uma das fases apresentadas tem propósitos específicos, mas sequencialmente relacionados, que conduzem ao estabelecimento, ou aprimoramento, de soluções instrucionais para diferentes necessidades e contextos da aprendizagem. O modelo ADDIE é a base de muitos outros modelos de design instrucional, que independentemente da abordagem adotada, seguem praticamente os mesmos passos. Se comparado às fases do modelo de design sistemático proposto pelo ARCS e as do modelo ADDIE, as semelhanças são evidentes. Entretanto, o modelo ADDIE foca em oferecer um processo sistemático para a elaboração de produtos e estratégias instrucionais. O foco em muito recai sobre o que ensinar, e quais os recursos disponíveis, ainda que não se desconsidere o aluno e suas necessidades e demandas. O ARCS, por sua vez, foca em criar estratégias motivacionais e de engajamento, sendo, portanto, mais focado no público alvo. Em outras palavras, se sabe o que vai ser ensinado e quais recursos estão disponíveis, então como chamar a atenção do aluno, convencê-lo de que aquilo é importante.

Assim, embora os modelos ADDIE e ARCS difiram na abordagem, não são excludentes e podem trabalhar juntos de modo a melhorar a instrução. O modelo ADDIE confere uma abordagem sistêmica para a criação de materiais instrucionais, enquanto que o ARCS foca nas estratégias que aumentarão o apelo motivacional da instrução. Em suma, eles se complementam, então pode-se fundir os processos de design propostos nos dois modelos, de modo a criar materiais instrucionais de qualidade com apelo motivacional. Deste modo, não apenas se garante a aprendizagem, mas também propicia o aumento do interesse e o engajamento do aluno.

Nesse sentido, a fase de análise (do modelo ADDIE) pode então se fundir a de definição (do ARCS), sendo considerando com mais afinco o perfil do público alvo e os fatores relevantes para sua motivação. Por exemplo, o que desperta sua atenção, quais os interesses envolvidos (intrínseco e extrínseco) e suas afinidades, capacidades, etc. Junto as demais informações pertinentes a essa fase, se teria uma lista de fatores que podem envolver os alunos, assim como de fatores adversos, sendo alguns deles inerentes ao próprio curso/conteúdos, que precisam ser solucionados. Na fase de design se terá ciência dos recursos disponíveis a serem utilizados durante os cursos, assim como dos conteúdos

a serem ministrados. Pode-se então definir quais estratégia motivacionais serão adotadas. Isto é, será necessário despertar sua atenção e mantê-la viva ao longo do curso, bem como fazer os alunos enxergarem aquilo que será ensinado como relevante. Tudo isso, sem comprometer os objetivos educacionais do curso. As fases de desenvolvimento e implementação devem sustentar ao aluno que o curso (e conteúdos aprendidos) são relevantes, assim como garantir sua confiança, isto é, gerar expectativas positivas de sucesso, de fato verificáveis. Por fim, na fase de avaliação pode-se considerar também a satisfação dos alunos para com as instruções.

5 UMA PROPOSTA DE CURSO PARA APOIO A APRENDIZAGEM DE PROGRAMAÇÃO COM A PLATAFORMA *ARDUINO* SIMULADA – CONCEPÇÃO E PLANEJAMENTO

Neste tópico é proposto um curso de programação online, em nível introdutório, empregando-se a plataforma *Arduino* em simulador web. O propósito do curso é proporcionar o aprendizado de princípios básicos de programação e algoritmos, ou mesmo auxiliar no seu aprendizado quando usado em paralelo com cursos regulares. Para tanto deve ser empregado uma abordagem prática e motivacional, com vista a engajar os alunos nos estudos. O curso ainda visa dar ciência da área a alunos em vias de ingressar no ensino superior / técnico da área, ou mesmo auxiliar alunos nos anos iniciais destes cursos no seu processo de aprendizado. Este trabalho deve compreender as fases de análise e planejamento do curso, ficando como sugestão para desenvolvimento e implementação em outro momento.

5.1 Análise/Definição

O presente projeto se trata de uma proposta de curso online, em formato fechado, destinado a apoiar o ensino de princípios de programação e estímulo a seu aprendizado, por meio da Computação Física, utilizando simulador virtual online.

5.1.1 Descrição do Curso

Apesar de todo um entusiasmo mercadológico em torno das tecnologias da informação (TI), os cursos acadêmicos da área vêm apresentando uma alta taxa de evasão no país¹⁹. Os motivos são variados, mas estudos de diversos autores apontam dificuldades nas disciplinas de Cálculo e Programação (incluindo-se Algoritmos) como principais fatores para desistência no primeiro ano de curso (GIRAFFA & MORA, 2013).

¹⁹ Conforme apontado anteriormente, a taxa de evasão nos cursos de Ciências da Computação chega a 32% no país. Segundo dados do INEP. (SIMAS, 2012)

Diversos elementos são apontados como causas do problema no que tange as disciplinas de programação pode-se destacar: dificuldades de interpretação de texto e em estabelecer raciocínio lógico-formal, frutos de uma formação elementar deficitária. Outrossim, falta de tempo para os estudos, inadequação de professores e falta de entendimento dos conteúdos também contribuem para o desestímulo e a evasão (GIRAFFA & MORA, 2013). Os alunos simplesmente não compreendem o que estão estudando, tão pouco entendem a relevância de certos assuntos, uma vez que não vislumbram de aplicações práticas, sobretudo no início do curso.

A presente proposta de curso visa oferecer a oportunidade de aprendizado de princípios de programação e algoritmos, mediante abordagem simples, prática e objetiva. De tal modo, se espera que as dificuldades explicitadas possam ser amenizadas, sobretudo para os alunos em início de curso nas áreas de tecnologia da informação. Ademais, o curso pode ser usado por entusiastas de tecnologia, e mesmo alunos no final do ensino médio conferindo um embasamento prático-teórico, que pode estimular o interesse pela área.

O curso deve constituir um produto fechado, portanto de ênfase informacional, ofertado ao público geral por meio de plataforma de ensino web. Deve-se adotar uma abordagem motivacional, de modo a estimular o interesse dos alunos e ao mesmo tempo mantê-lo durante todo o processo de aprendizagem. Para satisfazer tais pretensões, o ensino de programação deve ser pautado por aplicações de Computação Física, assim permitindo uma visão prática e estimulante dos assuntos. De uma forma sucinta, a Computação Física trata de: um campo de estudos interdisciplinar que implementa sistemas físicos interativos, que combinam hardware e software, capazes de interagir com o mundo analógico. Portanto, seus estudos recaem sobre a capacidade de se associar dados analógicos com digitais, envolvendo física, eletrônica, computação etc., o que define seu caráter interdisciplinar.

Deve-se levar em conta que a Computação Física envolve conhecimentos de eletrônica, e de que isto pode ser um fator inibidor para alguns. Para contornar o problema, o ensino deve ser focado no uso da plataforma *Arduino*, que permite o desenvolvimento de projetos de complexidade diversas com mínimo conhecimento de eletrônica, focando na programação. Ainda assim, todo conhecimento de eletrônica que se faça necessário deve ser oferecido pelo próprio curso, quando se fizer necessário. O curso então não deve ter pré-requisitos, sendo passível de ser realizado por qualquer um

que possua ao menos nível elementar de ensino, assim sendo factível a qualquer estudante universitário ou do ensino médio.

Por fim, o curso deve fazer uso de simulador web (de eletrônica e programação) para o desenvolvimento dos projetos. Deste modo os alunos poderão desempenhar as atividades propostas sem dispor dos dispositivos físicos, mas apenas de computador conectado à internet. Deve-se ressaltar que o curso é voltado ao apoio da aprendizagem de programação, não tendo assim a pretensão de aprofundar conceitos inerentes, mas apenas ofertar uma base e estimular a busca por uma formação mais completa.

5.1.2 Objetivos Gerais do Curso

Ensinar princípios de programação e algoritmos, e estimular sua aprendizagem, por meio de uma abordagem prática e motivacional, aplicando Computação Física, via plataforma *Arduino*, através de simulador web.

5.1.3 Objetivos Específicos

- Ensinar princípios de programação por meio de abordagem prática, no âmbito da computação, utilizando a plataforma *Arduino* (por meio de simulador);
- Estimular a aprendizagem de princípios de programação e algoritmo por meio de abordagem motivacional;
- Ensinar princípios de eletrônica que se façam necessários para desempenho das atividades no âmbito da Computação Física, utilizando o *Arduino*;
- No espectro da Computação Física, estimular o interesse por áreas relacionadas, como a robótica e automação;

5.1.4 Perfil do Público Alvo

O curso deve ser disponibilizado ao público geral por meio da internet, mas será especialmente voltado a alunos dos anos finais do ensino médio e estudantes

universitários no início de cursos de TI. Na área de TI o público é predominantemente do sexo masculino e com idades, geralmente, até os 35 anos (FLORENZANO, 2016). Não obstante, o sexo dos alunos não tem relevância para o projeto, já no que se refere a faixa de idade, se tratando de um público jovem deve ser adotado uma linguagem condizente, assim sem muito formalismo.

Uma vez que o curso será disponibilizado pela internet e voltado a um público no mínimo interessado pela área de TI, é esperado que os alunos ao menos possuam conhecimentos básicos de informática. Ainda que alguns deles possam apresentar conhecimentos mais avançados na área computacional, o curso deve ser nivelado por baixo sendo, portanto, bem elementar no que tange os conteúdos a serem abordados.

Reiterando as informações anteriormente colocadas, uma parte substancial dos alunos no início do curso de TI tem dificuldade de interpretação de texto e deficiências em matemática, com dificuldades em estabelecer raciocínio lógico formal. Deste modo, tais deficiências devem ser levadas em conta, sendo sugerido o uso de linguagem simples e objetiva, além do uso de analogias de modo a facilitar o entendimento dos assuntos. Por fim, as exemplificações e abordagem prática devem utilizar aplicações que chamem a atenção dos alunos e evidencie a relevância dos conteúdos apresentados, assim instigando seu interesse.

5.1.5 Abordagem Pedagógica e de EaD

O curso deve se apoiar em uma metodologia expositiva mesclada com atividades práticas. A abordagem de EaD a ser adotada é a de *BroadCast*, que segundo Valente (2015) se refere à ideia de constituir o curso na forma de tutorial computacional, transmissível ao aprendiz por meio de comunicação específica, neste caso, via internet. Deste modo, o curso é previamente formatado em uma sequência apropriada de aulas e disponibilizado a um grande número de usuários, funcionando sem a necessidade de um tutor.

A abordagem *BroadCast* se mostra condizente com a proposta de apoiar e estimular o aprendizado de programação, portanto sem a pretensão de ser um curso formal, tendo um maior alcance com um menor custo de implantação. Mas há de se considerar a desvantagem da abordagem, sendo ela, a impossibilidade do professor saber

como as informações estão sendo compreendidas ou assimilada pelo aprendiz. Conforme Valente (2015), “o aluno pode estar atribuindo significado e processando a informação, ou simplesmente memorizando-a. O professor não tem meios para verificar o que o aprendiz faz”. Assim, caberá ao próprio aluno a responsabilidade de julgar e atestar seu aprendizado, ou caso o curso seja adotado como complementação de outros cursos formais, o professor responsável poderá ajudá-lo.

5.1.6 Materiais existentes - Restrições e alternativas

Atualmente ainda são poucos os cursos online voltados ao ensino de programação com o uso do *Arduino*, no âmbito da Computação Física, sobretudo de forma gratuita e em português. A Computação Física, normalmente associada à robótica, ainda desperta desconfiança em função de sua aparente complexidade e percepção de elevados custos para desenvolvimento. Muitas iniciativas por parte de educadores e entusiastas da área têm contribuído para mudar essa realidade, e certamente este é um dos propósitos deste trabalho. As iniciativas envolvem o desenvolvimento de laboratórios, cursos e vídeo-aulas, sendo implementados projetos de variadas complexidades, muitos dos quais factíveis com materiais relativamente fáceis de serem obtidos, como reciclados.

A maioria dos cursos e tutoriais disponíveis na internet abordam a Computação Física, ou mais especificamente aplicações com *Arduino*, utilizando os componentes físicos. Porém, deve-se levar em consideração que os alunos nem sempre terão condições de dispor dos componentes, ao menos de imediato, seja pela indisponibilidade dos mesmos na região de moradia ou por questões financeiras. Também é possível que o aluno tente o curso apenas por curiosidade, não tendo a pretensão de investir nos componentes enquanto não se identificar de fato com área. Assim, a alternativa de utilizar um simulador de eletrônica no computador, que contemple a plataforma *Arduino*, se mostra uma alternativa factível. Ela permite uma maior adesão ao curso e reduz a possibilidade de haver o desestímulo e abandono precoce em função da indisponibilidade dos componentes.

Atualmente há uma variedade de simuladores de *Arduino* disponíveis na internet, como o Breadboard (pago) ou o SimulIDE e Tinkercad (gratuitos). Algumas delas funcionam no próprio navegador web, sem a necessidade de instalação, o que facilita a

adesão e utilização. O simulador sugerido é a plataforma *Tinkercad* da *Autodesk*, empresa de softwares de design e conteúdo digital. Tal plataforma oferece um laboratório virtual de eletrônica, incluindo o *Arduino* com seu ambiente de programação. O uso de um simulador tem um grande potencial para despertar a atenção, e assim o interesse dos alunos, na medida em que vislumbrarão a possibilidade de aplicar o aprendizado já de imediato, podendo conferir os resultados na tela do computador. Ademais, utilizar um simulador pode contribuir para a confiança dos alunos, na medida em que propicia um ambiente tolerante a erros, reduzindo assim o receio em desenvolver as atividades por medo de danificar os componentes.

5.2 Design

5.2.1 Objetivos de aprendizagem

O curso é voltado ao provimento de um embasamento prático e teórico em nível elementar de princípios de programação, aplicando Computação Física, através da plataforma *Arduino*. Também se busca estimular o interesse dos alunos para a área, levando-os a se aprofundar nos conhecimentos inerentes ou mesmo ingressar em um curso de nível técnico ou superior correspondentes. De tal modo, os objetivos de aprendizagem do curso são:

- Aprender a utilizar simulador web de eletrônica que contemple o *Arduino*, especificamente a plataforma *Tinkercad* da Autodesk;
- Aprender princípios básicos de eletrônica, inerentes à Computação Física, como circuitos e alguns de seus principais componentes;
- Aprender princípios de lógica de programação e algoritmos;
- Aprender o básico de programação para o *Arduino* (utilizando a linguagem C/C++, própria da plataforma);
- Capacitar o aluno para implementar projetos simples com o *Arduino*, através da plataforma *Tinkeard*;

Ao termino do curso é esperado que os alunos tenham uma noção de princípios de programação e algoritmos, tendo a capacidade de implementar sistemas simples executáveis através da plataforma *Arduino*. Entretanto, deve-se ressaltar que o curso é voltado a auxiliar o aprendizado de programação, assim como estimular sua aprendizagem. Portanto, se trata de uma abordagem introdutória dos assuntos pertinentes, no âmbito da Computação Física, cujo caráter prático tem um considerável potencial motivacional, capaz de estimular o engajamento.

5.2.2 Recursos e estratégias em potencial

O curso deve ser disponibilizado na internet através de um Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA), o qual confere uma gama de recursos aplicáveis ao processo de ensino e aprendizagem. Tais recursos variam conforme a plataforma, mas em geral são: hipertexto, áudio, vídeo, imagens, questionários, chats, fóruns etc. Combinados a métodos instrucionais específicos, estes recursos devem propiciar a aprendizagem dos alunos, canalizando sua atenção para aquilo que deve ser assimilado.

Conforme Filatro (2013, p.72) “no aprendizado eletrônico precisamos apoiar o aluno nos processos de seleção, integração, armazenamento e recuperação da informação”. A aprendizagem segundo as neurociências é condicionada ao processo de neuroplasticidade cerebral (descrita anteriormente). Trata-se da capacidade do sistema nervoso de modificar sua estrutura em resposta a mudanças do ambiente, ou mais especificamente novas experiências, no caso aquilo que deve ser aprendido. Quanto mais significativas as experiências, ou mais especificamente, associadas a fortes emoções (como alegria, prazer, medo, raiva...), maiores as chances de serem consolidadas na memória de longo prazo. Ou então, a repetição periódica leva a iguais resultados, porém demanda um maior esforço psíquico. No processo educacional o segundo caso é o mais provável e indicado, dado que o primeiro costuma ser episódico e/ou associado a fatores, em certa medida, pessoais. Ainda assim, para estimular a repetição, ou de outra forma, a atenção e o engajamento para com os estudos (revisando conteúdos, fazendo as tarefas, buscando aprofundamento, etc) faz-se necessário motivar os alunos para tal. A

abordagem motivacional proposta por Keller, a qual esse trabalho se pauta, visa viabilizar tais objetivos.

Através dos recursos disponíveis no AVA deve o design instrucional chamar a atenção dos alunos e mantê-la por todo o curso, além de evidenciar a relevância dos conteúdos ministrados, despertar a confiança e, enfim, proporcionar a satisfação pelo aprendizado. São, portanto, as quatro categorias motivacionais propostas por Keller no modelo ARCS (Atenção, Relevância, Confiança e Satisfação). Atendendo a esses quatro critérios é possível criar experiências significativas de aprendizagem, estimulando o interesse e engajamento dos alunos.

A configuração dos materiais instrucionais e uso dos recursos multimídia ainda merecem algumas considerações. Lançando mão da teoria da carga cognitiva, Filatro (2013, p.72-73) chama a atenção para as limitações da cognição humana. Indica que o design instrucional deve evitar sobrecarregar a limitada memória de trabalho (curto-prazo), de modo a não comprometer a aprendizagem. O uso de informações visuais e auditivas contribui para a assimilação de conhecimentos, dado que a memória de curto prazo as une para depois integrar as memórias já consolidadas de longo prazo. Todavia, faz-se necessário eliminar tudo que é irrelevante (em termos de imagem e som)²⁰ e ser o mais objetivo possível. Complementarmente, promover atividades práticas colabora para a ativação da integração dos novos conhecimentos aos preexistentes.

A combinação de modalidades sensoriais (como visual e auditiva) potencializa a capacidade de assimilação, uma vez que estende a capacidade da memória de trabalho. Entretanto, uma combinação bem efetiva trata da combinação de elementos verbais (textos, narrados ou escritos) com não verbais (imagens, animações etc.). Conforme a autora, “compreende-se que assuntos armazenados nos dois sistemas [verbal e não verbal] são mais facilmente recuperados da memória do que aqueles armazenados em um único sistema” (FILATRO, 2013, p.74). Assim, em conformidade com a teoria de aprendizagem cognitiva, indica que o aprendizado eletrônico deve incluir tanto textos quanto gráficos, e esse princípio deve pautar o uso de recursos multimídia no processo educacional. O uso de ilustrações, vídeos, animações, gráficos, infográficos, entre outros recursos combinados com informações textuais são mais efetivos para a aprendizagem.

Para o curso proposto, as estratégias de aprendizagem devem então se utilizar dos recursos do AVA, recursos externos, como o simulador *Tinkercad*, combinadas com

²⁰ Imagens poluídas, música de fundo alta ou desnecessária, excesso de texto, etc.

estratégias motivacionais, para propiciar uma experiência de aprendizagem significativa. As estratégias motivacionais devem pautar pelas 4 categorias do modelo de Keller. Deste modo, as estratégias e recursos a serem adotadas são:

- **Apresentação dos conteúdos na forma textual, combinados com recursos multimídia como: ilustrações, gráficos e vídeos.** Acredita-se que deste modo as informações podem ser verificadas e recuperadas de forma mais efetiva, sendo o ritmo de leitura determinado pelo aluno. Os textos devem ser simples e objetivos tal como apresentação em slides, de modo a não cansar a leitura. As ilustrações e gráficos deverão representar os componentes e processos da forma mais fiel e objetiva possível, de modo a evitar (ou minimizar) dúvidas e equívocos. Os vídeos por sua vez devem ser voltados a reforçar os conteúdos textuais e melhor apresentar processos e exemplos práticos. Os mesmos devem ser curtos e objetivos de modo a não dispersar a atenção do aluno. Deste modo, o aluno poderá optar pela modalidade que mais se adeque ao seu perfil, e caso resolva acompanhar os dois (texto e vídeo), a redundância pode reforçar seu aprendizado.
- **Deve-se apresentar no início do curso os projetos (ao menos os principais) que serão implementados.** Isso visa ganhar a **atenção** do aluno e estimulá-lo a continuar acompanhando o curso.
- **Cada aula será correspondente a um tópico pertinente aos conteúdos preliminares de lógica de programação.** Os algoritmos devem ser implementados na linguagem C/C++ inerente ao *Arduino*, de modo a permitir resultados concretos e um aprendizado condizente com a prática habitual (o que não é o caso da programação em blocos, ainda que possível com a plataforma *Tinkercad*).
- **Os assuntos pertinentes ao curso devem ser abordados na forma de projetos simples.** Cada qual será implementado através do *Arduino* na plataforma *Tinkercad*. A abordagem prática deve **manter a atenção** do aluno durante o processo de ensino e aprendizagem, ao passo que o estimulará a repetir o processo, em vez de apenas acompanhar passivamente os conteúdos. Se espera que com isso os alunos consigam

assimilar os conceitos de forma intuitiva e prazerosa, uma vez que estarão contemplando a aplicação prática dos mesmos.

- **Os projetos devem ser implementados através da plataforma *Tinkercad* da Autodesk.** A plataforma *Tinkeard* é gratuita e funciona direto no navegador, bastando realizar um cadastro para ter acesso aos recursos. A mesma disponibiliza duas plataformas, uma para modelagem de modelos 3D simples, utilizáveis em outras plataformas, como no jogo *Minecraft*, entre outros; e uma de eletrônica. Está última disponibiliza diversos componentes virtuais de eletrônica, como protoboards, leds, resistores, multímetros, etc., além do *Arduino* com um ambiente de programação, na linguagem habitual (C/C++) e em blocos, com depurador, semelhante a IDE original do produto.
- **Os projetos a serem implementados no curso devem demonstrar ter aplicações reais (ao menos uma parte deles).** Isso permite aos alunos vislumbrar a **relevância** dos conteúdos aprendidos, de modo a não ficar com a sensação de que estão aprendendo algo sem utilidade real.
- **Os projetos devem ser simples e objetivos, resgatando e reforçando em cada fase o que já foi aprendido nas anteriores.** É importante que os alunos consigam entender e se enxergarem capazes de implementar os projetos, o que estimula sua **confiança** para tentar fazê-los por conta própria. E uma vez que consigam, é esperado que se sintam **satisfeitos** e determinados a prosseguir com os estudos.
- **Ao termino de cada lição, ou tópico, um desafio deve ser proposto aplicando os conhecimentos aprendidos até o momento.** Isso deve permitir ao aluno não apenas praticar como refletir acerca de outras formas de implementar os projetos. De resto, os desafios não devem se restringir a solicitar a repetição dos exemplos demonstrados, mas instigar o aluno a ir além. Os desafios não devem ser postados na plataforma para correção, dado que não haverá incumbido para a tarefa. Mas podem ser compartilhados com outros alunos, através do fórum, dado que o *Tinkercad* oferece essa possibilidade. De tal maneira, os desafios devem ser vistos como sugestão para aprimoramento dos estudos, cabendo aos

próprios alunos avaliar, com ajuda dos demais participantes, se os resultados alcançados foram satisfatórios e como melhorar. Cada desafio deve ter um vídeo explicativo mostrando como implementá-lo, de modo que os alunos possam verificar se atingiram um resultado minimamente satisfatório. Ainda assim, os vídeos resposta para os desafios devem servir apenas de parâmetro, indicando uma das formas de fazer. Cada aluno terá a liberdade de implementá-lo como quiser, desde que se atenham a atingir os resultados propostos.

- **Uma vez que o curso não deve contar com tutor, deve-se disponibilizar um fórum em cada lição de modo que os próprios alunos (em qualquer fase) tirem as dúvidas uns dos outros.** A presente estratégia é comum em cursos no formato broadcast, sendo notória na plataforma de vídeos online Youtube. Também é o recurso adotado pela plataforma de ensino de programação Codecademy²¹. Acredita-se que a prática possa contribuir para uma comunidade na qual os participantes possam se ajudar, assim aprimorando seu aprendizado.

Sintetizando, os recursos disponíveis aos alunos deverão ser:

Quadro 2 - Recursos a serem disponibilizados pelo curso	
Texto (html)	Simples e objetivo, para exposição de conceitos e descrição de processos.
Imagens	Para representar componentes e procedimentos envolvidos na montagem de projetos com <i>Arduino</i> e programação
Vídeo (streaming)	Para representar procedimentos envolvidos na montagem de projetos com <i>Arduino</i> e programação (exemplificações). Os procedimentos deverão constar também na forma textual ilustrada, mas a redundância em vídeo serve para reforça-los e ao mesmo melhor demonstrar algo que não fique claro apenas com a leitura e visualização das imagens estáticas.
Fórum	Ambiente para interação dos alunos através do qual poderão colaborar uns com os outros, esclarecendo dúvidas e dando sugestões aos colegas participantes do curso.
Ambiente de desenvolvimento - <i>Tinkercad</i>	Plataforma online disponibilizada pela empresa Autodesk, que oferece laboratório virtual de eletrônica, dispondo do <i>Arduino</i> com ambiente de programação. O mesmo pode ser acessado através do link: https://www.tinkercad.com/
Fonte: o autor	

²¹ <https://www.codecademy.com/pt-BR>

Excetuando-se o *Tinkercad*, os demais recursos devem ser disponibilizados através de um Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA).

As estratégias de design a serem adotadas englobam estratégia motivacionais, levando em conta o perfil dos alunos. Sintetizando-as: Defrontar os alunos com projetos factíveis, já no início do curso, visando conquistar seu interesse e atenção; para cada uma delas deve ser implementado um microprojeto viável, de tal modo que os alunos se vejam capazes de implementar, assim conquistando sua confiança; os projetos devem ter relevância, isto é, ter ou remeter a aplicações reais, úteis em algum aspecto fora do ensino, de modo a convencê-los da importância do respectivo aprendizado; e por fim, ter as expectativas de aprendizagem (ou implementação dos projetos) concretizadas em cada fase renderá aos alunos a satisfação para continuar as lições. Em todos os momentos do curso os alunos devem se sentir confiantes e desafiados, de modo que não se sintam entediados, nem estressados por uma cobrança muito além de suas capacidades em cada momento. Em outras palavras, o curso deve propiciar o estado de fluxo. No mais, o próprio aluno determinará seu ritmo de estudos, de modo que não se sentirá pressionado por prazos ou avaliações. Embora o curso não deva contar com um tutor, haverá a possibilidade dos alunos interagirem uns com os outros por meio dos fóruns, assim, os mesmos poderão assumir o papel de estimular uns aos outros a seguir os estudos.

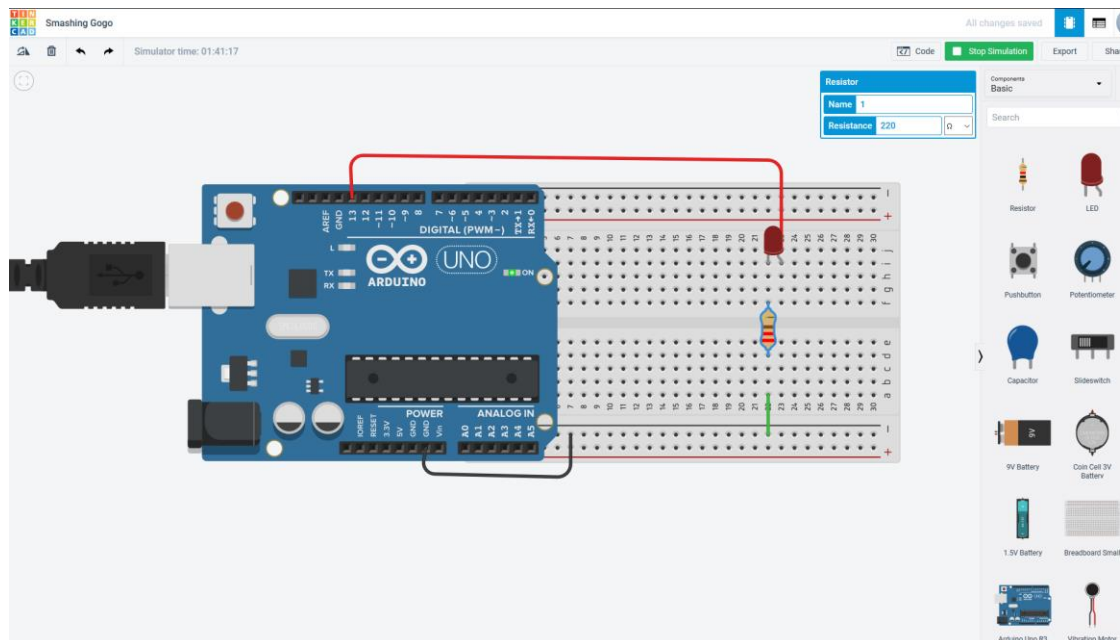
5.2.3 A plataforma *Tinkercad*

A plataforma *Tinkercad - Circuits* é o ambiente virtual para simulação de circuitos eletrônicos escolhido para o curso. O mesmo faz parte de um pacote que ainda inclui uma ferramenta CAD para modelagem 3D, simples de usar, voltada ao público infantil, designers e hobbistas. A plataforma tem tradução para o português, funciona no próprio navegador web e é gratuita, bastando fazer um cadastro para acessá-la. Os projetos desenvolvidos ficam armazenados na nuvem e podem ser compartilhados.

A ferramenta *Circuits*, especificamente, emula um laboratório de eletrônica contendo uma variedade de componentes típicos. Ainda que os mesmos sejam representações 2d (com vista superior), apresentam uma boa fidelidade, em termos de aparência e funcionamento, se comparados com os reais. A Figura 8 apresenta a tela de

edição do Circuits, onde os projetos podem ser implementados. Pode-se visualizar a barra de componentes no lado direito. Para utilizá-los basta arrastá-los para a tela ao lado.

Figura 8 - Componentes eletrônico no *Tinkercad* para usar com *Arduino*

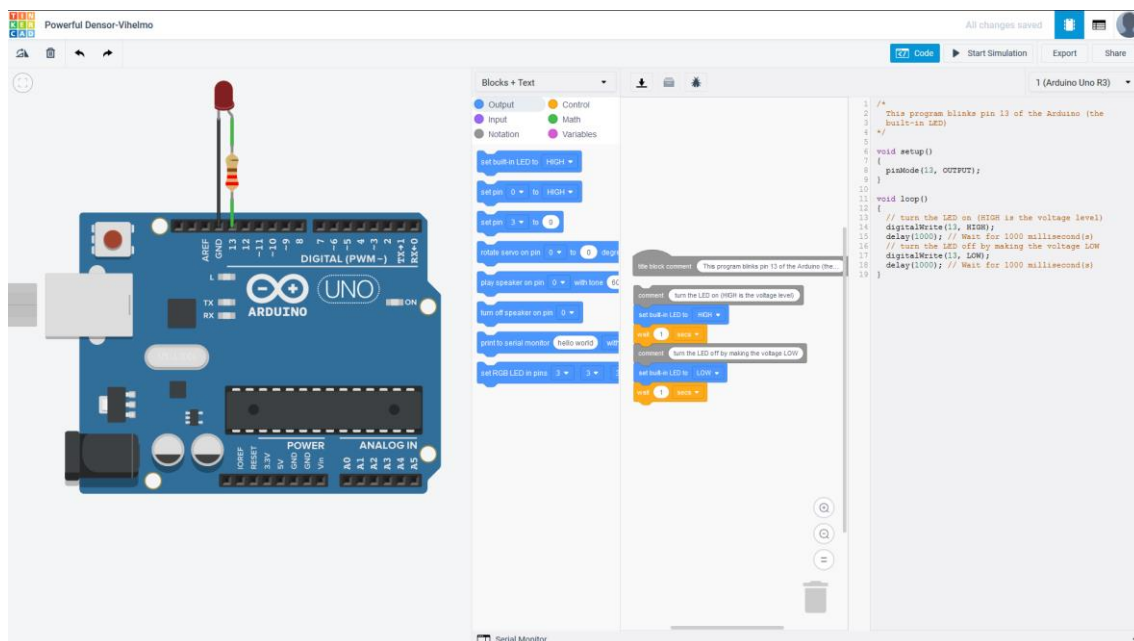


Fonte: <https://www.tinkercad.com/>

Cada componente possui propriedades que lhes são inerentes, podendo ser alteradas para corresponder às necessidades do projeto, dentro dos padrões correspondentes a cada um. Na figura anterior, por exemplo, pode ser visto a caixa de propriedades do resistor usado no circuito representado, a qual permite: alterar o nome do componente, os valores da resistência, assim como da unidade de medida.

A plataforma disponibiliza entre seus componentes a placa de circuitos integrados *Aduino* (Versão UNO), com ambiente de programação (IDE) em blocos e textual (utilizando linguagem que lhe é própria, baseada em C/C++). Também permite depurar o código e traz um monitor serial, tal como a versão original. Isso torna a ferramenta uma excelente opção para iniciar os estudos na plataforma *Arduino*, permitindo implementar uma infinidade de projetos, sendo o Tinkercad inclusive utilizado para prototipagem de projetos. O ambiente de programação do Arduino em blocos e textual, no Tinkercad, pode ser visualizado na Figura 9:

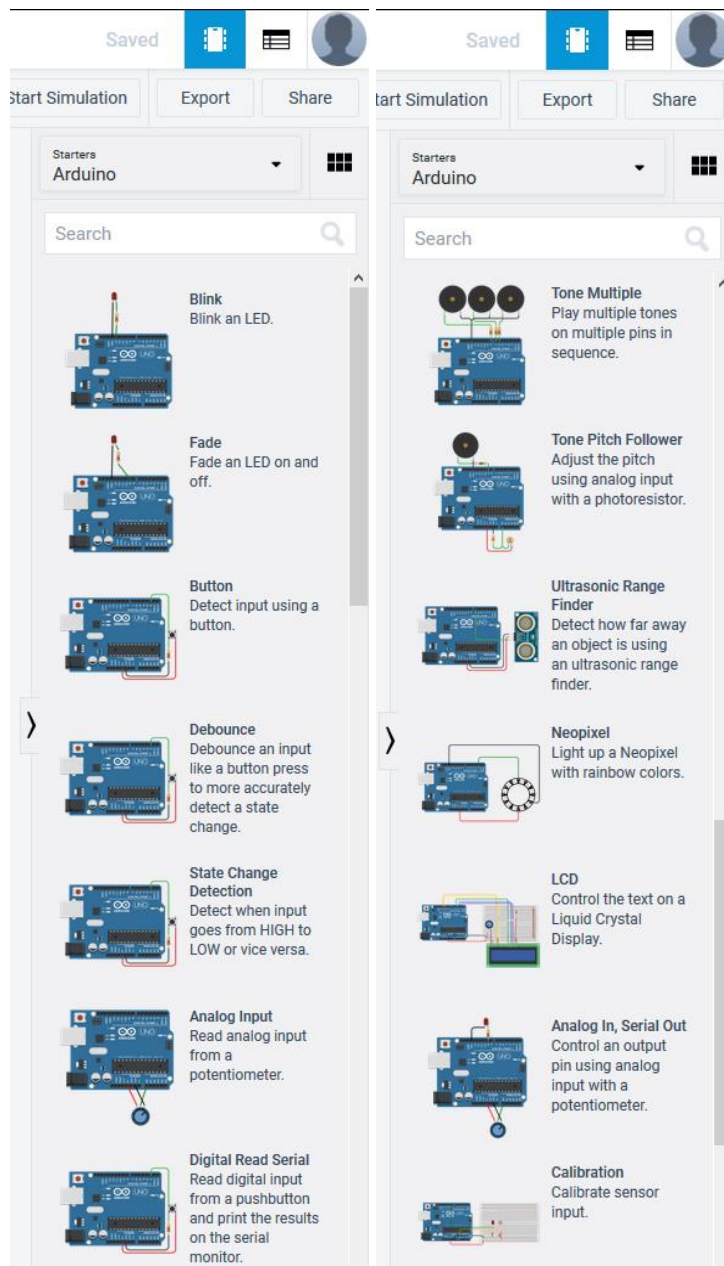
Figura 9 - Ambiente de programação para o Arduino no Tinkercad



Fonte: <https://www.tinkercad.com/>

Por último, a plataforma *Tinkercad – Circuits* ainda traz uma biblioteca de projetos com o *Arduino*, já implementados que servem para verificação e estudo, assim contribuindo para a aprendizagem. Durante o curso, e mesmo depois de finalizado, os alunos poderão verificá-los para aprimorar seu aprendizado. A Figura 10 exibe alguns desses projetos. A única desvantagem é que as definições e comentários ainda estão em inglês, mas ainda assim são de fácil compreensão e tratam de projetos bem conhecidos, portanto fáceis de encontrar explicados na internet.

Figura 10 - Exemplos para estudo no *Tinkercad-Circuits*



Fonte: <https://www.tinkercad.com/>

5.2.4 Organização das Aulas – Implementação da Matriz de Design Instrucional

O curso é voltado ao ensino de princípios e lógica de programação aplicada a Computação Física, através da plataforma *Arduino*. O propósito é apoiar o ensino de programação, oferecendo embasamento e ao mesmo tempo estimulando a aprendizagem e o conhecimento das possibilidades e potencialidades da área. As aulas, ou lições, devem seguir o seguinte programa:

- Ambientação, apresentação e introdução ao curso
 - Importância da programação
 - Conceitos preliminares sobre Computação Física
 - Conhecendo o ambiente de simulação para o *Arduino* através da plataforma *Tinkercad – Circuits* (laboratório de eletrônica)
 - Conhecendo a plataforma *Arduino* (o que é e para que serve)
 - Apresentando Projetos que serão elaborados
 - Montando o primeiro projeto: Entendendo um circuito (acender um LED)
- Conceitos preliminares de programação com *Arduino*
 - Definição de sketch (*Arduino*)
 - Estrutura básica de um sketch
- Variáveis e operadores
 - Definição de variáveis
 - Tipos de variáveis
 - Operadores
 - Atribuição
 - Aritméticos
 - Relacionais
 - Lógicos
- Arrays
 - Definição
 - Atribuição de valores
- Estruturas de controle
 - IF...ELSE
 - SWITCH CASE

- FOR
- WHILE
- Funções
 - Definição
 - Implementação

O planejamento detalhado das aulas pode ser conferido na matriz de design instrucional no apêndice.

6 CONCLUSÃO

Apesar de a computação hoje estar inserida em praticamente todos os âmbitos da sociedade, o desenvolvimento de softwares é uma área que ainda impõe muitos desafios, sobretudo no que se refere a sua aprendizagem. Nos cursos de Tecnologia da Informação e Computação se verifica um alto índice de reprovação em disciplinas de Introdução a Programação e Algoritmos, que são essenciais na formação e a base para as demais. Como consequência esses cursos registram altos níveis de evasão e desistência, situação que contribui para um estigma negativo das disciplinas e acaba desestimulando ou afastando estudantes com pretensão de obter formação na área.

Os motivos apontados para a dificuldade na aprendizagem de programação são variados, como: inabilidade dos professores para transmitir os conteúdos, inadequação destes, imaturidade dos alunos, deficiência em conhecimentos provenientes da formação básica, etc. Afim de contribuir para a solução do problema, inúmeros estudos acerca do tema vêm sendo elaborados, permitindo sua compreensão e geração de alternativas. Busca-se tornar o aprendizado de programação mais atrativo e melhorar a transmissão e absorção dos conhecimentos inerentes. Se compreende a motivação como sendo um fator essencial para atingir esse objetivo, portanto surgem práticas e estratégias de ensino focadas neste aspecto, como a robótica, produção de jogos, entre outras.

A Computação Física é apontada como uma prática com grande potencial para promover a aprendizagem de programação, quando combinada ao uso da plataforma *Arduino*. A primeira trata de uma área de pesquisa focada no desenvolvimento de sistemas digitais capazes de interagir com o meio analógico. O *Arduino*, por sua vez, é uma plataforma de prototipagem que propicia a implementação de tais projetos com mínimo conhecimento de eletrônica, podendo o usuário focar na programação. No meio *Maker*, que trata de um movimento de criadores (em geral amadores), a Computação Física é bastante empregada para projetos de robótica e automação. Por seu caráter prático e ao mesmo tempo lúdico, é capaz de estimular o interesse e curiosidade dos praticantes, de modo que vem atraindo a atenção para seu uso na educação. Consequentemente, escolas, universidade e faculdades vêm implantado laboratórios para desenvolvimento da prática, visando estimular o interesse na área e desenvolver a aprendizagem, dentre as quais relacionadas à programação.

As vantagens expressas pela prática Maker, apoiada na Computação Física através da plataforma *Arduino*, vão de encontro aos pressupostos de abordagens motivacionais para o ensino, como o modelo de design motivacional ARCS. O mesmo prevê que a motivação é condicionada por 4 fatores, que se satisfeitos podem contribuir para a aprendizagem, sendo eles: a atenção, a relevância, a confiança e a satisfação. Assim, aplicando projetos ou práticas da Computação Física no ensino, o foco no aspecto prático (e lúdico) contribui para a conquista e manutenção da atenção do aluno, enquanto a simplicidade para implementação de projetos, pelo uso do *Arduino*, estimula a confiança. Os conceitos implícitos e a aprendizagem decorrente da implementação dos projetos evidenciam a relevância da atividade. Por fim, ver o projeto funcionando e, portanto, o resultado prático da aprendizagem, estimula a satisfação. A prática então configura uma poderosa aliada para o ensino de programação, na medida em que é capaz de motivar e engajar o aluno para a sua aprendizagem, através de atividades significativas.

Conforme analisado, quando os indivíduos estão envolvidos em atividades que atendam a seus interesses intrínseco e extrínsecos, ou de outra forma promovam sentimentos positivos, conseguem focar melhor sua atenção para lidar com as tarefas específicas. Uma vez que a aprendizagem depende da capacidade do indivíduo em focar sua atenção naquilo que deseja aprender, estabelecer estratégias que o motive para tal é essencial. Caso contrário, o resultado é um maior desgaste psíquico na tentativa de aprender algo, sem garantia de sucesso, o que pode comprometer seu interesse, ocasionando na evitação ou desistência. Os resultados negativos no caso da aprendizagem de programação acabam por contribuir para o estigma negativo da disciplina.

Assim, promover o ensino de programação através da Computação Física, com a plataforma *Arduino*, demonstra ser uma alternativa com potencial para minimizar os problemas de aprendizagem relacionados à matéria. A aplicação do modelo ARCS visa garantir o apelo motivacional da instrução, devendo permear todo o processo de design instrucional. De tal forma, se buscou apresentar a proposta de um curso online, com seu planejamento instrucional, baseado no modelo ARCS, para apoiar a aprendizagem de programação, mediante o ensino de princípios de programação através da plataforma *Arduino* simulada.

A opção para simulação de Arduino escolhida foi a plataforma *Tinkercad-Circuits* da Autodesk, por ser simples e intuitiva de usar, além de apresentar os componentes de forma bem realista, sobretudo na simulação de seu funcionamento. Seguindo a abordagem motivacional, se buscou estabelecer estratégias de ensino para o curso

proposto que permitissem o aprendizado dentro de um contexto prático e estimulante. Assim, toda a teoria envolvida deveria ser apresentada a partir da implementação de projetos simples, porém que permitissem aos alunos vislumbrar sua aplicabilidade fora do contexto de ensino. Isso possibilita chamar a atenção do aluno, e ao mesmo tempo mantê-la, ao passo que ele é convencido de sua relevância, se sentido estimulado a permanecer nos estudos. Os projetos por serem simples e amplamente revistos e alterados, visam conferir ao aluno um senso de evolução, ao passo que também estimulam sua confiança, na medida em que se busca garantir que todos possam ser implementados e sobretudo entendidos. Ressalta-se que o uso de um simulador confere um ambiente de baixo risco para a experimentação, permitindo aos alunos ousar e mesmo melhorar os projetos por conta própria, sem o receio de danificar os componentes envolvidos. Nesse processo, podem ter o apoio de outros alunos, o que também contribui para sua confiança. Por fim, a satisfação é proveniente da possibilidade de aplicar as habilidades recém adquiridas em contextos realistas. Os alunos devem enxergar já de imediato a utilidade do aprendizado, e não ficar na promessa de que aquilo será útil em algum momento.

Acredita-se que o curso tal como concebido possa contribuir para o aprendizado de programação, minimizando as dificuldades comumente associadas a prática na fase inicial. Se espera que o curso motive os alunos a buscar aprofundamento nos conhecimentos inerentes e melhorem seu desempenho nas disciplinas relacionadas, sobretudo nos cursos de TI. Por restrições de tempo, não foi possível prosseguir para as fases de implementação e aplicação do curso para testes. Entretanto, se espera que o presente trabalho ao menos contribua para a reflexão do tema, ao passo que se possa dar prosseguimento a proposta em algum momento.

7 REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, David et al. **Uma experiência do uso do hardware livre arduino no ensino de programação de computadores**. In: V Congresso Brasileiro de Informática na Educação, 2016, Manaus.

BERNARDO, Kaluan. **O que é para que serve um makerspace e um fab lab?**. 2016. Disponível em: <<https://www.freetheessence.com.br/inovacao/tecnologia/o-que-e-para-que-serve-um-makerspace-e-um-fab-lab/>>. Acesso em: 20 mar. 2018.

COSENZA, Ramon M.; GUERRA, Leonor B. **Neurociência e educação: Como o cérebro aprende**. Porto Alegre: Artmed, 2011.

COUTINHO, Emanuel Ferreira; LIMA, Ernesto Trajano de; CLEMILSON, Costa Santos. **Um panorama sobre o desempenho de uma disciplina inicial de programação em um curso de graduação**. 2017.

CSIKSZENTMIHALY, Mihaly. **A Descoberta do Fluxo: A Psicologia do Envolvimento com a Vida Cotidiana**. Rio de Janeiro: Rocco, 1999.

FILATRO, Andrea. **Design instrucional na prática**. 1 ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2013.

FLORENZANO, Cláudio. **Procura por curso de TI dispara em universidades no Brasil**. 2014. Disponível em: <<https://www.cbsi.net.br/2014/09/procura-por-curso-de-ti-dispara-em.html>> Acesso em: 07 abr. 2018.

FLORENZANO, Cláudio. Perfil do Profissional de TI no Brasil mostra que 87% é de homens e 40% não cursaram pós. 2016. Disponível em: <<https://www.cbsi.net.br/2016/06/perfil-do-profissional-de-ti-no-brasil.html>> Acesso em: 21 mar. 2018

GIRAFFA, Lucia; MORA, Michael. **Evasão na Disciplina de Algoritmo e Programação: Um Estudo a partir dos Fatores Intervenientes na Perspectiva do Aluno**. 2013. Disponível em: <http://repositorio.pucrs.br/dspace/bitstream/10923/8684/2/EVASAO_NA_DISCIPLINA_DE_ALGORITMO_E_PROGRAMACAO_UM_ESTUDO_A_PARTIR_DOS_FATORES_INTERVENIENTES_NA_PERSPECTIVA_DO_ALUNO.pdf> Acesso em: 25 abril de 2018.

GOMES, Anabela; HENRIQUES, Joana; MENDES, António José. **Uma proposta para ajudar alunos com dificuldades na aprendizagem inicial de programação de computadores**. 2008.

GOMES, Anabela et al. Aprendizagem de programação de computadores: dificuldades e ferramentas de suporte. **Revista portuguesa de pedagogia**, ano 42, n. 2, p. 161-179, 2008.

GOTTARDI, Mônica de Lourdes. **A autonomia na aprendizagem em educação a distância**: competência a ser desenvolvida pelo aluno. 2015. Disponível em: <http://seer.abed.net.br/edicoes/2015/08_A_AUTONOMIA_NA_APRENDIZAGEM.pdf>. Acesso em: 29 de março de 2018.

KELLER, John. **Development and Use of the ARCS Model of Instructional Design**. Journal of Instructional Development, 1987.

KELLER, John. **How to integrate learner motivation planning into lesson planning**: The ARCS model approach. Santiago: Florida State University, 2000.

MARTIN, Lee. **The Promise of the Maker Movement for Education**. 2015.

MIGLIORI, Regina. **Neurociências e educação**. 1 ed. São Paulo: Brasil Sustentável Editora, 2013.

MONK, Simon. **Programação com Arduino**: começando com sketches. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2017.

MONTEIRO, Carla. **Pesquisa aponta que 90% dos brasileiros fariam cursos online**. 2017. Disponível em: <<https://veja.abril.com.br/tecnologia/pesquisa-aponta-que-90-dos-brasileiros-fariam-cursos-online/>> Acesso em: 18 abr. 2018.

MORAN, José. **O que é educação a distância**. 2002. Sustentável Editora, 2013.

NÓR, Bárbara. **Cursos EAD estão crescendo no Brasil**. 2018. Disponível em: <<https://exame.abril.com.br/carreira/cursos-ead-estao-crescendo-no-brasil/>> Acesso em: 15 mai. 2018.

O que motiva você?. **Mente e cérebro**, n.288, p.18-25, jan. 2017.

PIVA JR, Dilermando; FREITAS, Ricardo L. **Estratégias para melhorar os processos de Abstração na disciplina de Algoritmos**. 2010. Disponível em: <<http://www.brie.org/pub/index.php/sbie/article/view/1464/1229>>. Acesso em: 2 mai. 2018.

PLATT, Charles. **Eletrônica para makers**: Um manual prático para o novo entusiasta de eletrônica. São Paulo: Novatec, 2016.

SILVA, Italo Fernandes Amorim da; SILVA, Ivanda Maria Martins Silva; SANTOS, Marizete Silva. **Análise de problemas e soluções aplicadas ao ensino de disciplinas introdutórias de programação**. 2009.

SIMAS, Anna. **As graduações campeãs de desistência**. 2012. Disponível em: <<http://www.gazetadopovo.com.br/educacao/vida-na-universidade/ufpr/as-graduacoes-campeas-de-desistencia-26khijqy1gurtas1veawhyz2>> Acesso em: 14 mai. 2018.

SULLIVAN, Dan O'; IGOE, Tom. **Physical computing**: Sensing and controlling the physical world with computers. Thomson Course Technology PTR, 2004.

VALENTE, Jose. **Diferentes abordagens de educação a distância**. 2015.

ANEXOS - ESTRATÉGIAS MOTIVACIONAIS PROPOSTAS POR KELLER

ANEXO A

Estratégias de atenção

A1: Incongruência, Conflito

A1.1 Introduzir um fato que parece contradizer a experiência passada do aprendiz.

A1.2 Apresentar um exemplo que não parece exemplificar um dado conceito.

A1.3 Introduzir dois fatos ou princípios igualmente plausíveis, dos quais apenas um pode ser verdadeiro.

A1.4 Jogue o advogado do diabo.

A2: concretude

A2.1 Mostre representações visuais de qualquer objeto importante ou conjunto de ideias ou relacionamentos.

A2.2 Dê exemplos de todos os conceitos ou princípios instrucionalmente importantes.

A2.3 Use anedotas relacionadas ao conteúdo, estudos de caso, biografias, etc.

A3: Variabilidade

A3.1 Na entrega de pé, varie o tom da sua voz e use movimentos do corpo, pausas e adereços.

A3.2 Varie o formato da instrução (apresentação da informação, prática, teste, etc.) de acordo com o período de atenção do público.

A3.3 Varie o meio de instrução (entrega de plataforma, filme, vídeo, impressão, etc.)

A3.4 Divida os materiais de impressão usando espaços em branco, visuais, tabelas, diferentes tipos de letra, etc.

A3.5 Alterar o estilo de apresentação (humorístico-sério, rápido-lento, alto-suave, ativo-passivo, etc.).

A3.6 Mudança entre a interação aluno-instrutor e a interação aluno-aluno.

A4: Humor

A4.1 Quando apropriado, use peças de palavras durante a apresentação de informações redundantes.

A4.2 Use apresentações humorísticas.

A4.3 Use analogias humorísticas para explicar e resumir.

A5: Inquérito

A5.1 Use técnicas de criatividade para que os alunos criem analogias e associações incomuns ao conteúdo.

A5.2 Desenvolva atividades de resolução de problemas em intervalos regulares.

A5.3 Oferecer aos alunos a oportunidade de selecionar tópicos, projetos e tarefas que atraem sua curiosidade e precisam ser explorados.

A6: participação

A6.1 Use jogos, dramatizações ou simulações que exijam participação do aluno.

Fonte: KELLER, 1987.

ANEXO B

Estratégias de Relevância

RI: experiência

R1.1 Estabeleça explicitamente como a instrução se baseia nas habilidades existentes do aluno.

R1.2 Use analogias familiares ao aluno da experiência passada.

R1.3 Descubra quais são os interesses dos alunos e relacione-os com as instruções.

R2: Vale Presente

R2.1 Declare explicitamente o valor intrínseco presente de aprender o conteúdo, diferentemente de seu valor como um link para objetivos futuros.

R3: Utilidade futura

R3.1 Declare explicitamente como a instrução se relaciona com atividades futuras do aluno.

R3.2 Peça aos alunos para relacionarem a instrução aos seus próprios objetivos futuros (roda do futuro).

R4: Precisa de correspondência

R4.1 Para melhorar o comportamento de conquista de esforços, ofereça oportunidades para alcançar padrões de excelência sob condições moderadas de R4.2. Para tornar a instrução sensível ao motivo do poder, ofereça oportunidades de responsabilidade, autoridade e influência interpessoal.

R4.3 Para satisfazer a necessidade de afiliação, estabeleça confiança e ofereça oportunidades para interação cooperativa sem risco.

R5: modelagem

R5.1 Trazer ex-alunos do curso como palestrantes convidados entusiastas.

R5.2 Em um curso individualizado, use aqueles que terminarem primeiro como sub-tutores.

R5.3 Modelo de entusiasmo pelo assunto ensinado.

R6: Escolha

R6.1 Fornecer métodos alternativos significativos para atingir um objetivo.

R6.2 Fornecer escolhas pessoais para organizar

Fonte: KELLER, 1987, p.

ANEXO C**Estratégias de Confiança****C1: Requisitos de Aprendizagem**

C1.1 Incorporar objetivos de aprendizado claramente declarados e atraentes em materiais instrucionais.

C1.2 Fornecer ferramentas de auto avaliação baseadas em objetivos claramente definidos.

C1.3 Explicar os critérios para avaliação de desempenho.

C2: Dificuldade

C2.1 Organizar materiais em um nível crescente de dificuldade; isto é, estruturar o material de aprendizagem para fornecer um desafio "conquistável".

C3: Expectativas

C3.1 Inclua declarações sobre a probabilidade de sucesso com quantidades e esforços determinados.

C3.2 Ensine os alunos a desenvolver um plano de trabalho que resultará na realização de metas.

C3.3 Ajudar os alunos a definir metas realistas.

C4: Atribuições

C4.1 Atribuir o sucesso do aluno ao esforço, em vez de sorte ou facilidade de tarefa, quando apropriado (ou seja, quando você sabe que é verdade!).

C4.2 Incentivar os esforços dos alunos para verbalizar as atribuições apropriadas para sucessos e fracassos.

C5: autoconfiança

C5.1 Permitir que os alunos se tornem cada vez mais independentes no aprendizado e na prática de uma habilidade.

C5.2 Peça aos alunos que aprendam novas habilidades sob condições de baixo risco, mas pratiquem o desempenho de tarefas bem aprendidas em condições realistas.

C5.3 Ajudar os alunos a entender que a busca da excelência não significa que qualquer coisa aquém da perfeição seja o fracasso; aprenda a sentir-se bem com realização genuína

Fonte: KELLER, 1987, p.

ANEXO D**Estratégias de Satisfação**

S: Consequências Naturais

S1.1 Permitir que um aluno use uma habilidade recém-adquirida em um cenário realista o mais rápido possível.

S1.2 Aumentar verbalmente o orgulho intrínseco de um aluno em realizar uma tarefa difícil.

S1.3 Permitir que um aluno que domine uma tarefa ajude outras que ainda não o fizeram.

S2: Recompensas Inesperadas

S2.1 Recompense o desempenho da tarefa intrinsecamente interessante com recompensas inesperadas e não contingentes.

S2.2 Recompense tarefas de perfuração com recompensas extrínsecas e antecipadas.

S3: resultados positivos

S3.1 Dar louvor verbal pelo progresso ou realização bem-sucedida.

S3.2 Dê atenção pessoal aos alunos.

S3.3 Fornecer feedback informativo e útil quando for imediatamente útil.

S3.4 Fornecer feedback (louvor) motivador imediatamente após o desempenho da tarefa.

S4: Influências Negativas

S4.1 Evite o uso de ameaças como meio de obter desempenho de tarefas.

S4.2 Evitar a vigilância (em oposição à atenção positiva)

S4.3 Evitar avaliações externas de desempenho sempre que for possível ajudar o aluno a avaliar seu próprio trabalho.

S5: agendamento

S5.1 Fornecer reforços frequentes quando um aluno estiver aprendendo uma nova tarefa.

S5.2 Fornecer reforço intermitente à medida que o aluno se torna mais competente em uma tarefa.

S5.3 Varie o cronograma de reforços em termos de intervalo e qualidade.

Fonte: KELLER, 1987, p.

APÊNDICE

PLANEJAMENTO DOS MODULOS DO CURSO DE APOIO A APRENDIZAGEM DE PROGRAMAÇÃO COM A PLATAFORMA ARDUINO SIMULADA: MATRIZ DE DESIGN INSTRUCIONAL

Título do Curso:

Modulo/Unidade	Modulo 01
Temática	Ambientação, apresentação e introdução ao curso
Objetivo da Unidade	<ul style="list-style-type: none"> - Expor a importância da Programação (1) - Conceituar Computação Física(2) - Apresentar o ambiente de simulação para o <i>Arduino</i> (plataforma <i>Tinkercad</i>) (3) - Apresentar a plataforma <i>Arduino</i> (O que é e para que serve) (4) - Apresentar Projetos que serão elaborados ao longo do curso (5) - Familiarizar o aluno com o ambiente TIKERCAD por meio de uma atividade prática (6)
Conteúdos e Recursos	<p>1. Vídeo curto sobre a importância da computação nos dias atuais. Ferramenta: página web (AVA²²) Mídia: Vídeo</p> <p>2. Texto ilustrado com abordagem introdutória sobre Computação Física e relação com a programação. Apresentar exemplificações; Ferramenta: página web (AVA) Mídia: hipertexto</p> <p>3. Vídeo com reforço sobre conceito de Computação Física e exemplos. Ferramenta: página web (AVA) Mídia: Vídeo</p> <p>4. Vídeo curto sobre o curso (do que se trata, a quem é destinado...) com explicações e recomendações como acompanhá-lo. Ferramenta: página web (AVA) Mídia: Vídeo</p> <p>5. Texto ilustrado apresentando Plataforma <i>Tinkercad</i>. Ferramenta: página web (AVA) Mídia: hipertexto</p> <p>6. Vídeo apresentando a plataforma <i>Tinkercad</i> reforçando o texto anterior. Ferramenta: página web (AVA) Mídia: Vídeo</p> <p>7. Texto ilustrado apresentando Plataforma <i>Arduino</i>, com exemplos de aplicações. Ferramenta: página web (AVA) Mídia: hipertexto</p> <p>8. Vídeo apresentando a plataforma <i>Arduino</i>, com exemplos de aplicações, reforçando o texto anterior. Ferramenta: página web (AVA) Mídia: Vídeo</p> <p>9. Vídeo apresentando alguns dos projetos que serão implementados ao longo do curso através da plataforma <i>Tinkercad</i>. Ferramenta: página web (AVA) Mídia: Vídeo</p> <p>Projeto Primeiro Circuito</p> <p>Para começar a familiarizar o aluno no uso da plataforma <i>Tinkercad</i> propor uma atividade simples de montar um circuito simples para acender um led utilizando a</p>

²² Ambiente Virtual de Aprendizagem

	<p>plataforma <i>Arduino</i> (neste momento apenas como fonte de alimentação – sem programação).</p> <p>10. Texto ilustrado explicando como montar o circuito do projeto “Primeiro Circuito” no <i>Tinkercad</i>.</p> <p>Ferramenta: página web (AVA)</p> <p>Mídia: hipertexto</p> <p>11. Vídeo explicando como montar o circuito do projeto “Primeiro Circuito” no <i>Tinkercad</i>, reforçando texto anterior.</p> <p>Ferramenta: página web (AVA)</p> <p>Mídia: Vídeo</p>
Táticas instrucionais	<ol style="list-style-type: none"> 1. Apresentar conceitos e explicações por meio de texto e reforçá-los com vídeo; 2. Oferecer exemplos ilustrativos acerca dos assuntos abordados; 3. Propor uma série de questionamentos acerca da importância de aprender programação; 4. Incentivar a pesquisa e aprofundamento dos estudos no tema pertinente ao módulo - sugerir bibliografias.
Táticas Motivacionais (Atividades) Classificadas como A (Atenção), R (Relevância), C (Confiança), S (Satisfação) ou Combo	<ul style="list-style-type: none"> - Apresentar exemplos ilustrativos sobre a importância da programação e possibilidades. (A,R) - Expor a relevância do que será aprendido para o futuro acadêmico e profissional do aluno. (R) - Expor os recursos e ferramentas que serão utilizados durante o curso destacando suas potencialidades, sobretudo no que se refere a plataforma <i>Tinkercad</i>. (A, R) - Apresentar projetos que serão implementados ao longo do curso indicando a facilidade de implementação a partir dos conhecimentos que serão obtidos (A,R,C) - Utilizar representações visuais de elementos importante, conjunto de ideias ou relacionamentos; (A) - Os conceitos devem ser abordados e explicados dentro do contexto de um projeto prático; (A, C)
Ferramentas	<ul style="list-style-type: none"> - Internet - AVA (hipertexto, vídeo, fórum) - Plataforma <i>Tinkercad</i> - Apresentar componentes de eletrônica: leds, jumpers e protoboard, através da plataforma <i>Tinkercad</i>.
Atividades / Desafios	

Título do Curso:

Modulo/Unidade	Modulo 02
Temática	Conceitos preliminares de programação com <i>Arduino</i>
Objetivo da Unidade	<ul style="list-style-type: none"> - Definir sketch (<i>Arduino</i>) (1) - Apresentar a IDE do <i>Arduino</i> na plataforma <i>Tinkercad</i> (2) - Apresentar estrutura básica de um sketch (3) - Apresentar funções elementares (<code>pinMode()</code>, <code>digitalWrite()</code>, <code>delay()</code>...) (4)

Conteúdos e Recursos	<p>Projeto Fazendo um Led Piscar</p> <p>Projeto simples em que um led pisca continuamente.</p> <p>Preparando o circuito:</p> <p>1. Texto ilustrado mostrando passo a passo - com detalhes e explicações - sobre como montar o circuito para um led piscar através do <i>Arduino</i>. Explicação sobre componentes empregados. Ferramenta: página web (AVA) Mídia: hipertexto</p> <p>2. Vídeo com passo a passo, detalhado e com explicações sobre como montar o circuito para um led piscar através do <i>Arduino</i>. Para reforçar o texto anterior. Ferramenta: página web (AVA) Mídia: Vídeo</p> <p>Programando:</p> <p>3. Texto ilustrado sobre o sketch do <i>Arduino</i>, com definição e explicação sobre sua estrutura básica do <i>Arduino</i>. Explicação sobre como programar o <i>Arduino</i> para fazer o led piscar. Análise detalhada do código. Ferramenta: página web (AVA) Mídia: hipertexto</p> <p>4. Vídeo explicando a programação do <i>Arduino</i> para fazer o led piscar, com reforço sobre a estrutura do sketch. Ferramenta: página web (AVA) Mídia: Vídeo</p> <p>5. Vídeo com resolução dos desafios. Ferramenta: página web (AVA) Mídia: Vídeo</p>
Táticas instrucionais	<p>1. Apresentar conceitos e explicações por meio de texto e reforçá-los com vídeo; 2. Oferecer exemplos ilustrativos acerca dos assuntos abordados; 3. Incentivar a pesquisa e aprofundamento dos estudos no tema pertinente ao módulo - sugerir bibliografias.</p>
Táticas Motivacionais (Atividades) Classificadas como A (Atenção), R (Relevância), C (Confiança), S (Satisfação) ou Combo	<ul style="list-style-type: none"> - Utilizar representações visuais de elementos importante, conjunto de ideias ou relacionamentos; (A) - Abordar conceitos e explicações dentro do contexto de um projeto prático; (A, C) - Adotar exemplos, anedotas e analogias familiares aos alunos que ilustrem conteúdos, conceitos e práticas abordadas e ainda ressaltem sua importância; (A, R, C) - Variar nos meios de instrução (Texto e Vídeo); (A) - Desenvolver atividades práticas (projetos usados nas instruções) que devem ser acompanhados pelos alunos usando a plataforma <i>Tinkercad</i>, permitindo-lhes aprender novas habilidades sob condições de baixo risco, porém realistas (R, S) - Desenvolver atividades de resolução de problemas ao término das lições (desafios). Devendo as mesmas permitir o uso das habilidades recém adquiridas, além de reforçar conteúdo anteriormente aprendidos, em cenários realistas. Devem permitir reflexão sobre novas formas de resolver problemas anteriormente abordados. (R, C, S) - Oferecer a resolução de todas as atividades (desafios), conferindo aos alunos um parâmetro para avaliar seu desempenho e esclarecer eventuais dúvidas. (C, S) - Incentivar os alunos a cooperarem entre si através do fórum, tirando dúvidas uns dos outros, sugerindo melhorias em suas atividades e mesmo expondo suas ideias e projetos de iniciativa própria. (C)
Ferramentas	<ul style="list-style-type: none"> - Internet - AVA (hipertexto, vídeo, fórum) - Plataforma <i>Tinkercad</i>

Atividades / Desafios	<p>Desafio 01: Construir um semáforo simples com 3 leds, um vermelho, um amarelo e um verde. Apenas um deve acender por vez. O vermelho e verde devem permanecer ligados por 2 segundos (cada qual no seu momento) e o amarelo por 1 segundo.</p> <p>Desafio 02: Ampliando o projeto do led piscante. Fazer 5 leds piscarem em sequência com intervalos de 1 segundo entre eles.</p>
------------------------------	--

Título do Curso:

Modulo/Unidade	Modulo 03
Temática	Variáveis e Operadores
Objetivo da Unidade	<ul style="list-style-type: none"> - Conferir definição de variáveis e convenções de nomenclatura (1) - Apresentar o Terminal Serial do <i>Arduino</i>, no <i>Tinkercad</i> (2) - Introduzir funções <code>Serial.begin()</code> e <code>Serial.println()</code>, para comunicação Serial no <i>Arduino</i> (3) - Conhecer os principais tipos de dados (4) - Aprender como se dá a atribuição de valores [Operadores de Atribuição] (5) - Introduzir Operadores aritméticos (6) - Introduzir Operadores lógicos e relacionais (7)
Conteúdos e Recursos	<p>1. Texto ilustrado com definição e explicação de variáveis. (Usar exemplos ilustrativos). Ferramenta: página web (AVA) Mídia: hipertexto</p> <p>2. Texto ilustrado sobre o Terminal Serial do <i>Arduino</i> e as funções <code>Serial.begin()</code> e <code>Serial.println()</code>, com detalhes de uso e explicações. Ferramenta: página web (AVA) Mídia: hipertexto</p> <p>3. Texto ilustrado sobre tipos de variáveis e atribuição de valores. (Usar exemplos ilustrativos). Ferramenta: página web (AVA) Mídia: hipertexto</p> <p>4. Vídeo tratando dos tópicos anteriores, mostrando detalhadamente o uso do terminal serial e funções de comunicação serial; definição e principais tipos de variáveis e atribuição de valores. Ferramenta: página web (AVA) Mídia: Vídeo</p> <p>5. Texto ilustrado sobre operadores aritméticos. (Usar exemplos ilustrativos). Ferramenta: página web (AVA) Mídia: hipertexto</p> <p>6. Texto ilustrado sobre operadores lógicos e relacionais. (Usar exemplos ilustrativos). Ferramenta: página web (AVA) Mídia: hipertexto</p> <p>7. Vídeo tratando dos tópicos anteriores, mostrando detalhadamente o uso dos operadores aritméticos, lógicos e relacionais, com exemplos ilustrativos. Ferramenta: página web (AVA) Mídia: Vídeo</p> <p>Projeto modificando o projeto dos leds que piscam</p> <p>8. Texto ilustrado: Usando o desafio sugerido no modulo anterior (fazer 5 leds piscarem sequencialmente), modificar o código para utilizar variáveis para armazenar a numeração dos pinos em que os Leds são conectados a placa <i>Arduino</i>. Ferramenta: página web (AVA) Mídia: hipertexto</p> <p>9. Vídeo mostrando a faturação do código dos leds que piscam sequencialmente</p>

	para usar variáveis. (Para reforçar o texto anterior). Ferramenta: página web (AVA) Mídia: Vídeo 10. Vídeo com resolução dos desafios. Ferramenta: página web (AVA) Mídia: Vídeo
Táticas instrucionais	1. Apresentar conceitos e explicações por meio de texto e reforçá-los com vídeo; 2. Oferecer exemplos ilustrativos, instruir e incentivar os alunos a fazerem testes e experimentações aplicando variáveis, na plataforma <i>Tinkercad</i> .. 3. Propor uma série de questionamentos acerca das vantagens de se utilizar variáveis. 4. Incentivar a pesquisa e aprofundamento dos estudos no tema pertinente ao módulo - sugerir bibliografias.
Táticas Motivacionais (Atividades) Classificadas como A (Atenção), R (Relevância), C (Confiança), S (Satisfação) ou Combo	- Utilizar representações visuais de elementos importante, conjunto de ideias ou relacionamentos; (A) - Abordar conceitos e explicações dentro do contexto de um projeto prático; (A, C) - Adotar exemplos, anedotas e analogias familiares aos alunos que ilustrem conteúdos, conceitos e práticas abordadas e ainda ressaltem sua importância; (A, R, C) - Variar nos meios de instrução (Texto e Vídeo); (A) - Desenvolver atividades práticas (projetos usados nas instruções) que devem ser acompanhados pelos alunos usando a plataforma <i>Tinkercad</i> , permitindo-lhes aprender novas habilidades sob condições de baixo risco, porém realistas (R, S) - Desenvolver atividades de resolução de problemas ao término das lições (desafios). Devendo as mesmas permitir o uso das habilidades recém adquiridas, além de reforçar conteúdo anteriormente aprendidos, em cenários realistas. Devem permitir reflexão sobre novas formas de resolver problemas anteriormente abordados. (R, C, S) - Oferecer a resolução de todas as atividades (desafios), conferindo aos alunos um parâmetro para avaliar seu desempenho e esclarecer eventuais dúvidas. (C, S) - Incentivar os alunos a cooperarem entre si através do fórum, tirando dúvidas uns dos outros, sugerindo melhorias em suas atividades e mesmo expondo suas ideias e projetos de iniciativa própria. (C)
Ferramentas	- Internet - AVA (hipertexto, vídeo, fórum) - Plataforma <i>Tinkercad</i> - Apresentar o terminal Serial do <i>Arduino</i> , através da plataforma <i>Tinkercad</i> .
Atividades / Desafios	Desafio 03: Modificar o desafio do semáforo para usar variáveis. A numeração dos pinos devem ser associadas a variáveis com nomenclatura referente a cor do led. Desafio 04: Construir uma árvore natalina: A árvore deve ser composta de 6 leds, organizados em pirâmide: no topo, 1 led vermelho, no meio 2 leds verdes e na base 3 leds azul. Cada led será conectado a uma porta do <i>Arduino</i> devendo ser associado a uma variável que remeta a sua cor. Os grupos de leds devem acender e apagar sequencialmente com intervalo de 1 ou dois segundos.

Titulo do Curso:

Modulo/Unidade	Modulo 04
Temática	Arrays
Objetivo da Unidade	- Conferir definição de ARRAYS (1) - Aprender como se dá a atribuição de valores (2)

Conteúdos e Recursos	<p>1. Texto ilustrado sobre Arrays, com definição, explicação sobre aplicações, criação e atribuição e modificação de valores. (Usar exemplos ilustrativos). Ferramenta: página web (AVA) Mídia: hipertexto</p> <p>2. Vídeo tratando de Arrays demonstrando como cria-los, atribuir e modificar valores. Ferramenta: página web (AVA) Mídia: Vídeo</p> <p>Projeto dos leds que piscam com array</p> <p>8. Texto ilustrado: Usando o desafio sugerido no modulo 1 (modificado no anterior – modulo 2) (fazer 5 leds piscarem sequencialmente), modificar o código para utilizar arrays para armazenar a numeração dos pinos em que os Leds são conectados a placa <i>Arduino</i>. Ferramenta: página web (AVA) Mídia: hipertexto</p> <p>9. Vídeo mostrando a fatoração do código dos leds que piscam sequencialmente para usar arrays. (Para reforçar o texto anterior). Ferramenta: página web (AVA) Mídia: Vídeo</p> <p>10. Vídeo com resolução dos desafios. Ferramenta: página web (AVA) Mídia: Vídeo</p>
Táticas instrucionais	<p>1. Apresentar conceitos e explicações por meio de texto e reforçá-los com vídeo;</p> <p>2. Oferecer exemplos ilustrativos, instruir e incentivar os alunos a fazerem testes e experimentações aplicando arrays, na plataforma <i>Tinkercad</i>.</p> <p>3. Propor uma série de questionamentos acerca da importância e vantagens de se utilizar arrays.</p> <p>4. Incentivar a pesquisa e aprofundamento dos estudos no tema pertinente ao modulo - sugerir bibliografias.</p>
Táticas Motivacionais (Atividades) Classificadas como A (Atenção), R (Relevância), C (Confiança), S (Satisfação) ou Combo	<ul style="list-style-type: none"> - Utilizar representações visuais de elementos importante, conjunto de ideias ou relacionamentos; (A) - Abordar conceitos e explicações dentro do contexto de um projeto prático; (A, C) - Adotar exemplos, anedotas e analogias familiares aos alunos que ilustrem conteúdos, conceitos e práticas abordadas e ainda ressaltem sua importância; (A, R, C) - Variar nos meios de instrução (Texto e Vídeo); (A) - Desenvolver atividades práticas (projetos usados nas instruções) que devem ser acompanhados pelos alunos usando a plataforma <i>Tinkercad</i>, permitindo-lhes aprender novas habilidades sob condições de baixo risco, porém realistas (R, S) - Desenvolver atividades de resolução de problemas ao termino das lições (desafios). Devendo as mesmas permitir o uso das habilidades recém adquiridas, além de reforçar conteúdo anteriormente aprendidos, em cenários realistas. Devem permitir reflexão sobre novas formas de resolver problemas anteriormente abordados. (R, C, S) - Oferecer a resolução de todas as atividades (desafios), conferindo aos alunos um parâmetro para avaliar seu desempenho e esclarecer eventuais dúvidas. (C, S) - Incentivar os alunos a cooperarem entre si através do fórum, tirando dúvidas uns dos outros, sugerindo melhorias em suas atividades e mesmo expondo suas ideias e projetos de iniciativa própria. (C)
Ferramentas	<ul style="list-style-type: none"> - Internet - AVA (hipertexto, vídeo, fórum) - Plataforma <i>Tinkercad</i>
Atividades / Desafios	Desafio 05: Modificar o projeto da árvore natalina para utilizar Arrays.

Título do Curso:

Modulo/Unidade	Modulo 05
Temática	Estruturas de Controle e Repetição
	IF...ELSE
Objetivo da Unidade	<ul style="list-style-type: none"> - Introduzir variáveis booleanas (1) - Aprender sobre execuções condicionais [IF...ELSE] (2) - Extra. Introduzir funcionamento dos pinos/portas PWN do <i>Arduino</i>(3) - Extra 2. Introduzir entrada de dados no <i>Arduino</i> (INPUT) (4)
Conteúdos e Recursos	<p>Projeto: Acender led ao acionar um botão</p> <p>Circuito simples contendo um led que se acende ao ter um push button pressionado</p> <p>1. Texto ilustrado com passo a passo de como montar o circuito com led e um push button para acionar o led. O mesmo será usado na explicação do modulo. Ferramenta: página web (AVA) Mídia: hipertexto</p> <p>2. Vídeo com passo a passo de como montar o circuito com led e um push button para acionar o led. O mesmo deve reforçar o texto anterior. Ferramenta: página web (AVA) Mídia: hipertexto</p> <p>3. Texto ilustrado sobre variáveis booleanas e estruturas de decisão com IF...ELSE, contendo definição, explicação sobre aplicações com exemplos. Passo a passo, detalhado e explicado, de como programar o projeto do led acionável pelo push button. Ferramenta: página web (AVA) Mídia: hipertexto</p> <p>4. Vídeo com passo a passo de programar o projeto do led acionável pelo push button. Reforçar exemplos. Ferramenta: página web (AVA) Mídia: vídeo</p> <p>Projeto acender led RGB</p> <p>5. Texto ilustrado sobre funcionamento do led RGB e dos pinos PWN do <i>Arduino</i>. Passo a passo de como montar circuito para acender led RGB e programação. Ferramenta: página web (AVA) Mídia: hipertexto</p> <p>6. Vídeo sobre funcionamento do led RGB e dos pinos PWN do <i>Arduino</i>, reforçando informações do texto anterior. Ferramenta: página web (AVA) Mídia: vídeo</p> <p>7. Vídeo com resolução dos desafios. Ferramenta: página web (AVA) Mídia: Vídeo</p>
Táticas instrucionais	<ul style="list-style-type: none"> 1. Apresentar conceitos e explicações por meio de texto e reforçá-los com vídeo; 2. Oferecer exemplos ilustrativos, instruir e incentivar os alunos a fazerem testes e experimentações aplicando estruturas de decisão com IF...ELSE, na plataforma <i>Tinkercad</i>.. 3. Propor uma série de questionamentos para reflexão acerca da utilidade das estruturas de decisão. 4. Incentivar a pesquisa e aprofundamento dos estudos no tema pertinente ao modulo - sugerir bibliografias.

Táticas Motivacionais (Atividades) Classificadas como A (Atenção), R (Relevância), C (Confiança), S (Satisfação) ou Combo	<ul style="list-style-type: none"> - Utilizar representações visuais de elementos importante, conjunto de ideias ou relacionamentos; (A) - Abordar conceitos e explicações dentro do contexto de um projeto prático; (A, C) - Adotar exemplos, anedotas e analogias familiares aos alunos que ilustrem conteúdos, conceitos e práticas abordadas e ainda ressaltem sua importância; (A, R, C) - Variar nos meios de instrução (Texto e Vídeo); (A) - Desenvolver atividades práticas (projetos usados nas instruções) que devem ser acompanhados pelos alunos usando a plataforma <i>Tinkercad</i>, permitindo-lhes aprender novas habilidades sob condições de baixo risco, porém realistas (R, S) - Desenvolver atividades de resolução de problemas ao término das lições (desafios). Devendo as mesmas permitir o uso das habilidades recém adquiridas, além de reforçar conteúdo anteriormente aprendidos, em cenários realistas. Devem permitir reflexão sobre novas formas de resolver problemas anteriormente abordados. (R, C, S) - Oferecer a resolução de todas as atividades (desafios), conferindo aos alunos um parâmetro para avaliar seu desempenho e esclarecer eventuais dúvidas. (C, S) - Incentivar os alunos a cooperarem entre si através do fórum, tirando dúvidas uns dos outros, sugerindo melhorias em suas atividades e mesmo expondo suas ideias e projetos de iniciativa própria. (C)
Ferramentas	<ul style="list-style-type: none"> - Internet - AVA (hipertexto, vídeo, fórum) - Plataforma <i>Tinkercad</i> - Apresentar componentes de eletrônica: Push Button e led RGB, através da plataforma <i>Tinkercad</i>.
Atividades / Desafios	<p>Desafio 06: Semáforo com controle para passagem de pedestres. O circuito deve conter: 5 leds, sendo: 3 para o semáforo de carros (nas cores: vermelho, amarelo e verde) e 2 para o de pedestres (nas cores: vermelho e verde); um push button para acionar a passagem de pedestres (fechando o semáforo para carros e abrindo o de pedestres). O semáforo deve seguir aberto para os carros enquanto a passagem de pedestres não for solicitada pelo push button. Caso ocorra, o semáforo de carros aguarda um tempo aciona o led de atenção (amarelo) seguido do de pare (vermelho), abrindo o de pedestres (verde) por alguns segundos, depois deve voltar ao estado inicial, aguardando nova solicitação de passagem.</p> <p>Desafio 07: refazer desafio anterior utilizando apenas dois leds RGB. O aluno deve receber uma tabela com valores RGB correspondentes para cores.</p> <p>Desafio 08: Qual é a senha. Serão necessários 4 leds, 4 push buttons, além do protoboard e <i>Arduino</i>. Três push buttons devem ser colocados em sequência cada qual com um led posicionado acima, o quarto push button deve ser posicionado separado com um led também posicionado acima. Funcionamento: O propósito do projeto é que o usuário entre com uma senha (previamente definida) de 3 dígitos (a partir dos push buttons), a qual deve ser verificada e caso correta os três leds associados ao push button se mantem ligados após a verificação. Para entrar com a senha, cada push button funciona como um contador, ficando um ativo por vez. Cada vez que o usuário pressionar o determinado push button é acrescentado uma unidade a variável a ele associada, ao chegar no valor desejado o usuário deve pressionar o 4º push button uma vez, fazendo o led associado a ele piscar, indicando que o próximo push button está apto a receber valores. O processo se repete até finalizar a definição de valor para o terceiro push button. Após isso o usuário ao pressionar o quarto botão e é feita a verificação da senha, caso correta os três leds se mantem acessos, caso contrário se apagam.</p>

Título do Curso:

Modulo/Unidade	Modulo 06
Temática	Estruturas de Controle e Repetição
	FOR
Objetivo da Unidade	- Aprender Estrutura de repetição [FOR](1)
Conteúdos e Recursos	<p>1. Texto ilustrado sobre estrutura de repetição FOM, contendo definição, sintaxe e aplicações com exemplos. Utilizar terminal Serial para primeiros exemplos. Ferramenta: página web (AVA) Mídia: hipertexto</p> <p>2. Vídeo sobre estrutura de repetição FOM, contendo definição, sintaxe e aplicações com exemplos, reforçando texto anterior. Ferramenta: página web (AVA) Mídia: vídeo</p> <p>Recriando projeto leds que piscam com estrutura de repetição FOR</p> <p>3. Texto ilustrado com passo a passo, detalhado e explicado, de como, recriar o desafio dos 5 leds que piscam sequencialmente (utilizando vetor – array) com o laço FOR. Ferramenta: página web (AVA) Mídia: hipertexto</p> <p>4. Vídeo com passo a passo, detalhado e explicado, de como, recriar o desafio dos 5 leds que piscam sequencialmente (utilizando vetor – array) com o laço FOR. Reforçando texto anterior. Ferramenta: página web (AVA) Mídia: vídeo</p> <p>5. Vídeo com resolução dos desafios. Ferramenta: página web (AVA) Mídia: Vídeo</p>
Táticas instrucionais	<p>1. Apresentar conceitos e explicações por meio de texto e reforçá-los com vídeo;</p> <p>2. Oferecer exemplos ilustrativos, instruir e incentivar os alunos a fazerem testes e experimentações aplicando estruturas de repetição FOR, na plataforma <i>Tinkercad</i>..</p> <p>3. Propor uma série de questionamentos para reflexão acerca da utilidade das estruturas de repetição.</p> <p>4. Incentivar a pesquisa e aprofundamento dos estudos no tema pertinente ao modulo - sugerir bibliografias.</p>
Táticas Motivacionais (Atividades) Classificadas como A (Atenção), R (Relevância), C (Confiança), S (Satisfação) ou Combo	<p>- Utilizar representações visuais de elementos importante, conjunto de ideias ou relacionamentos; (A)</p> <p>- Abordar conceitos e explicações dentro do contexto de um projeto prático; (A, C)</p> <p>- Adotar exemplos, anedotas e analogias familiares aos alunos que ilustrem conteúdos, conceitos e práticas abordadas e ainda ressaltem sua importância; (A, R, C)</p> <p>- Variar nos meios de instrução (Texto e Vídeo); (A)</p> <p>- Desenvolver atividades práticas (projetos usados nas instruções) que devem ser acompanhados pelos alunos usando a plataforma <i>Tinkercad</i>, permitindo-lhes aprender novas habilidades sob condições de baixo risco, porem realistas (R, S)</p> <p>- Desenvolver atividades de resolução de problemas ao termino das lições (desafios). Devendo as mesmas permitir o uso das habilidades recém adquiridas, além de reforçar conteúdo anteriormente aprendidos, em cenários realistas. Devem permitir reflexão sobre novas formas de resolver problemas anteriormente abordados. (R, C, S)</p> <p>- Oferecer a resolução de todas as atividades (desafios), conferindo aos alunos um parâmetro para avaliar seu desempenho e esclarecer eventuais dúvidas. (C, S)</p>

	- Incentivar os alunos a cooperarem entre si através do fórum, tirando dúvidas uns dos outros, sugerindo melhorias em suas atividades e mesmo expondo suas ideias e projetos de iniciativa própria. (C)
Ferramentas	- Internet - AVA (hipertexto, vídeo, fórum) - Plataforma <i>Tinkercad</i>
Atividades / Desafios	Desafio 09: Refazer projeto da árvore natalina utilizando estrutura de repetição FOR, para designação dos pinos as variáveis (ou array correspondentes). Desafio 10: Refazer projeto do semáforo com controle de pedestre utilizando o a estrutura de repetição FOR, para designação dos pinos as variáveis (ou array correspondentes). Desafio 11: Refazer o desafio dos leds piscantes, usando a estrutura de repetição FOR. Mas em vez de piscar os leds devem acender sequencialmente e quando chegar no último apagar seguindo a sequência inversa (Isto é: Acende: 1, 2 ,3,4, e 5 e depois apaga: 5, 4, 3, 2 e 1) continuamente.

Título do Curso:

Modulo/Unidade	Modulo 07
Temática	Estruturas de Controle e Repetição
	SWITCH CASE
Objetivo da Unidade	- Aprender sobre execução condicional [SWITCH CASE] (1)
Conteúdos e Recursos	<p>Projeto: Acionar led correto</p> <p>O projeto deve usar como base os 5 leds que piscam, adicionando 2 push buttons. O primeiro push button será usado para escolher um número, o usuário pode pressioná-lo até 5 vezes sendo incrementado 1 unidade no contador, acima de 5 ele é zerado e recomeça. Escolhido o número, o segundo led deve ser pressionado ligando o led correspondente ao número escolhido.</p> <p>1. Texto ilustrado com passo a passo sobre como montar o circuito do projeto “Acionar led correto” necessário para a explicação do assunto pertinente ao modulo; Ferramenta: página web (AVA) Mídia: hipertexto</p> <p>2. Vídeo mostrando passo a passo de como montar o circuito do projeto “Acionar led correto”, reforçando informações do texto anterior. Ferramenta: página web (AVA) Mídia: vídeo</p> <p>3. Texto ilustrado sobre a estruturas de decisão com SWITCH...CASE, contendo definição, sintaxe e explicação sobre aplicações com exemplos. Passo a passo, detalhado e explicado, de como programar o projeto “Acionar led correto”. Ferramenta: página web (AVA) Mídia: hipertexto</p> <p>4. Vídeo com passo a passo, detalhado e explicado, de como programar o projeto “Acionar led correto”. Reforço dos exemplos e conteúdo abordado no texto anterior. Ferramenta: página web (AVA) Mídia: vídeo</p> <p>Projeto: Controlando um display de led de 7 segmentos</p> <p>Montar um circuito para acionar um display de 7 segmentos de led. Será utilizado um push button para contar valores de 0 a 9, devendo cada qual ser representado no display.</p>

	<p>5. Texto ilustrado sobre o funcionamento do display de led de 7 segmentos. Passo a passo sobre como montar o circuito para acionar o display e o push button, que será aplicado no projeto “Controlando um display de led de 7 segmentos”; deve-se mostrar o display funcionando antes de associá-lo propriamente ao contador para facilitar o entendimento. Ferramenta: página web (AVA) Mídia: hipertexto</p> <p>6. Vídeo mostrando passo a passo de como montar o circuito para acionar o led de 7 segmentos e o push button, reforçando informações do texto anterior. Ferramenta: página web (AVA) Mídia: vídeo</p> <p>7. texto ilustrado e explicativo com o passo a passo de como programar o projeto: “Controlando um display de led de 7 segmentos”. Ferramenta: página web (AVA) Mídia: hipertexto</p> <p>8. Vídeo com o passo a passo de como programar o projeto: “Controlando um display de led de 7 segmentos”, reforçando texto anterior. Ferramenta: página web (AVA) Mídia: vídeo</p> <p>9. Vídeo com resolução dos desafios. Ferramenta: página web (AVA) Mídia: Vídeo</p>
Táticas instrucionais	<p>1. Apresentar conceitos e explicações por meio de texto e reforçá-los com vídeo; 2. Oferecer exemplos ilustrativos, instruir e incentivar os alunos a fazerem testes e experimentações aplicando estruturas de decisão com SWITCH...CASE, na plataforma <i>Tinkercad</i>.. 3. Propor reflexão sobre quando usar a estrutura SWITCH...CASE, comparando-a com a estrutura condicional IF...ELSE.. 4. Incentivar a pesquisa e aprofundamento dos estudos no tema pertinente ao modulo - sugerir bibliografias.</p>
Táticas Motivacionais (Atividades) Classificadas como A (Atenção), R (Relevância), C (Confiança), S (Satisfação) ou Combo	<ul style="list-style-type: none"> - Utilizar representações visuais de elementos importante, conjunto de ideias ou relacionamentos; (A) - Abordar conceitos e explicações dentro do contexto de um projeto prático; (A, C) - Adotar exemplos, anedotas e analogias familiares aos alunos que ilustrem conteúdos, conceitos e práticas abordadas e ainda ressaltem sua importância; (A, R, C) - Variar nos meios de instrução (Texto e Vídeo); (A) - Desenvolver atividades práticas (projetos usados nas instruções) que devem ser acompanhados pelos alunos usando a plataforma <i>Tinkercad</i>, permitindo-lhes aprender novas habilidades sob condições de baixo risco, porém realistas (R, S) - Desenvolver atividades de resolução de problemas ao término das lições (desafios). Devendo as mesmas permitir o uso das habilidades recém adquiridas, além de reforçar conteúdo anteriormente aprendidos, em cenários realistas. Devem permitir reflexão sobre novas formas de resolver problemas anteriormente abordados. (R, C, S) - Oferecer a resolução de todas as atividades (desafios), conferindo aos alunos um parâmetro para avaliar seu desempenho e esclarecer eventuais dúvidas. (C, S) - Incentivar os alunos a cooperarem entre si através do fórum, tirando dúvidas uns dos outros, sugerindo melhorias em suas atividades e mesmo expondo suas ideias e projetos de iniciativa própria. (C)
Ferramentas	<ul style="list-style-type: none"> - Internet - AVA (hipertexto, vídeo, fórum) - Plataforma <i>Tinkercad</i>
Atividades / Desafios	<p>Desafio 12: Recriar desafio "Qual é a senha", utilizando 3 displays associados aos push buttons em vez dos leds, aplicando a estrutura de controle Switch...Case. Os displays devem indicar os números escolhidos. Pode-se utilizar um protoboard adicional para os displays caso 1 se mostre insuficiente em termos de tamanho e espaço.</p>

Título do Curso:

Modulo/Unidade	Modulo 08
Temática	Estruturas de Controle e Repetição
	WHILE
Objetivo da Unidade	<ul style="list-style-type: none"> - Aprender Estrutura de Repetição [WHILE] (1) - Extra. Introduzir funcionamento dos pinos/portas Analógicas do <i>Arduino</i> (2)
Conteúdos e Recursos	<p>Projeto: Sensor fotoelétrico</p> <p>O projeto consiste em manter um led aceso enquanto o sensor fotoelétrico estiver recebendo pouca luz do ambiente. São necessários, uma protoboard, um sensor fotoelétrico, um led (podendo aproveitar os projetos anteriores), resistores e cabos jumpers.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Texto ilustrado com passo a passo sobre como montar o circuito do projeto “Sensor fotoelétrico” necessário para a explicação do assunto pertinente ao modulo; Ferramenta: página web (AVA) Mídia: hipertexto 2. Vídeo mostrando passo a passo de como montar o circuito do projeto “Sensor fotoelétrico”, reforçando informações do texto anterior. Ferramenta: página web (AVA) Mídia: vídeo 3. Texto ilustrado sobre a estruturas de repetição WHILE, contendo definição, sintaxe e explicação sobre aplicações com exemplos. Introdução e explicação dos pinos Analógicos do <i>Arduino</i>. Passo a passo, detalhado e explicado, de como programar o projeto “Sensor fotoelétrico”. Ferramenta: página web (AVA) Mídia: hipertexto 4. Vídeo com passo a passo, detalhado e explicado, de como programar o projeto “led aceso”. Reforço dos exemplos e conteúdo abordado no texto anterior. Ferramenta: página web (AVA) Mídia: vídeo 5. Vídeo com resolução dos desafios. Ferramenta: página web (AVA) Mídia: Vídeo
Táticas instrucionais	<ol style="list-style-type: none"> 1. Apresentar conceitos e explicações por meio de texto e reforçá-los com vídeo; 2. Oferecer exemplos ilustrativos, instruir e incentivar os alunos a fazerem testes e experimentações aplicando estruturas de repetição WHILE, na plataforma <i>Tinkercad</i>. 3. Propor reflexão sobre quando usar a estrutura de repetição WHILE, comparando-a com a estrutura de repetição FOR. 4. Incentivar a pesquisa e aprofundamento dos estudos no tema pertinente ao modulo - sugerir bibliografias.

Táticas Motivacionais (Atividades) Classificadas como A (Atenção), R (Relevância), C (Confiança), S (Satisfação) ou Combo	<ul style="list-style-type: none"> - Utilizar representações visuais de elementos importante, conjunto de ideias ou relacionamentos; (A) - Abordar conceitos e explicações dentro do contexto de um projeto prático; (A, C) - Adotar exemplos, anedotas e analogias familiares aos alunos que ilustrem conteúdos, conceitos e práticas abordadas e ainda ressaltem sua importância; (A, R, C) - Variar nos meios de instrução (Texto e Vídeo); (A) - Desenvolver atividades práticas (projetos usados nas instruções) que devem ser acompanhados pelos alunos usando a plataforma <i>Tinkercad</i>, permitindo-lhes aprender novas habilidades sob condições de baixo risco, porém realistas (R, S) - Desenvolver atividades de resolução de problemas ao termino das lições (desafios). Devendo as mesmas permitir o uso das habilidades recém adquiridas, além de reforçar conteúdo anteriormente aprendidos, em cenários realistas. Devem permitir reflexão sobre novas formas de resolver problemas anteriormente abordados. (R, C, S) - Oferecer a resolução de todas as atividades (desafios), conferindo aos alunos um parâmetro para avaliar seu desempenho e esclarecer eventuais dúvidas. (C, S) - Incentivar os alunos a cooperarem entre si através do fórum, tirando dúvidas uns dos outros, sugerindo melhorias em suas atividades e mesmo expondo suas ideias e projetos de iniciativa própria. (C)
Ferramentas	<ul style="list-style-type: none"> - Internet - AVA (hipertexto, vídeo, fórum) - Plataforma <i>Tinkercad</i> - Apresentar sensor fotoelétrico através da plataforma <i>Tinkercad</i>.
Atividades / Desafios	<p>Desafio 13: Refazer o desafio 11 usando a estrutura de repetição WHILE.</p> <p>Desafio 14: Contagem regressiva: Usando um display de 7 segmentos, exibir uma contagem regressiva de 9 segundos, a qual deve ser iniciada ao pressionar um push button. Ao chegar em zero um display vermelho deve se acender se acender. Deve ser utilizado a estrutura de repetição WHILE.</p>

Título do Curso:

Modulo/Unidade	Modulo 09
Temática	Funções
Objetivo da Unidade	Definir Funções (1) Aprender a implementar Funções (2) Aprender a Utilizar Funções (3) Diferenciar variáveis locais e globais (4) Introduzir constantes (5)

Conteúdos e Recursos	<p>Projeto: Utilizando funções para fazer led piscar</p> <p>Basicamente deve-se reproduzir o circuito do modulo 5 (IF...ELSE), no qual um led acende ao pressionar um botão. Neste projeto ao acionar o botão o led deve piscar e ao pressionar o botão novamente o led deve parar. Agora deve-se utilizar uma função para verificar o estado do push button e outra para acionar o led.</p> <p>1. Texto ilustrado com passo a passo sobre como montar o circuito do projeto “Utilizando funções para fazer led piscar” necessário para a explicação do assunto pertinente ao modulo; Ferramenta: página web (AVA) Mídia: hipertexto</p> <p>2. Vídeo mostrando passo a passo de como montar o circuito do projeto “Utilizando funções para fazer led piscar”, reforçando informações do texto anterior. Ferramenta: página web (AVA) Mídia: vídeo</p> <p>3. Texto ilustrado sobre funções, contendo definição, sintaxe e explicação sobre aplicações com exemplos. Introdução sobre constantes, variáveis locais e globais. Passo a passo, detalhado e explicado, de como programar o projeto “Utilizando funções para fazer led piscar”. Ferramenta: página web (AVA) Mídia: hipertexto</p> <p>4. Vídeo com passo a passo, detalhado e explicado, de como programar o projeto “Utilizando funções para fazer led piscar”. Reforço dos exemplos e conteúdo abordado no texto anterior. Ferramenta: página web (AVA) Mídia: vídeo</p> <p>5. Vídeo com resolução dos desafios. Ferramenta: página web (AVA) Mídia: Vídeo</p>
Táticas instrucionais	<p>1. Apresentar conceitos e explicações por meio de texto e reforçá-los com vídeo; 2. Oferecer exemplos ilustrativos, instruir e incentivar os alunos a fazerem testes e experimentações aplicando funções, na plataforma <i>Tinkercad</i>. 3. Propor reflexão sobre como a utilidade das funções e como elas podem contribuir para melhoria dos código criados até o momento - quando sua utilização é recomendada. 4. Incentivar a pesquisa e aprofundamento dos estudos no tema pertinente ao modulo - sugerir bibliografias.</p>
Táticas Motivacionais (Atividades) Classificadas como A (Atenção), R (Relevância), C (Confiança), S (Satisfação) ou Combo	<ul style="list-style-type: none"> - Utilizar representações visuais de elementos importante, conjunto de ideias ou relacionamentos; (A) - Abordar conceitos e explicações dentro do contexto de um projeto prático; (A, C) - Adotar exemplos, anedotas e analogias familiares aos alunos que ilustrem conteúdos, conceitos e práticas abordadas e ainda ressaltem sua importância; (A, R, C) - Variar nos meios de instrução (Texto e Vídeo); (A) - Desenvolver atividades práticas (projetos usados nas instruções) que devem ser acompanhados pelos alunos usando a plataforma <i>Tinkercad</i>, permitindo-lhes aprender novas habilidades sob condições de baixo risco, porem realistas (R, S) - Desenvolver atividades de resolução de problemas ao termino das lições (desafios). Devendo as mesmas permitir o uso das habilidades recém adquiridas, além de reforçar conteúdo anteriormente aprendidos, em cenários realistas. Devem permitir reflexão sobre novas formas de resolver problemas anteriormente abordados. (R, C, S) - Oferecer a resolução de todas as atividades (desafios), conferindo aos alunos um parâmetro para avaliar seu desempenho e esclarecer eventuais dúvidas. (C, S) - Incentivar os alunos a cooperarem entre si através do fórum, tirando dúvidas uns dos outros, sugerindo melhorias em suas atividades e mesmo expondo suas ideias e projetos de iniciativa própria. (C)

Ferramentas	<ul style="list-style-type: none">- Internet- AVA (hipertexto, vídeo, fórum)- Plataforma <i>Tinkercad</i>
Atividades / Desafios	<p>Desafio 15: Refazer o desafio do semáforo com controle para pedestres utilizando funções;</p> <p>Desafio 16: Refazer o desafio "qual é a senha" utilizando funções.</p>